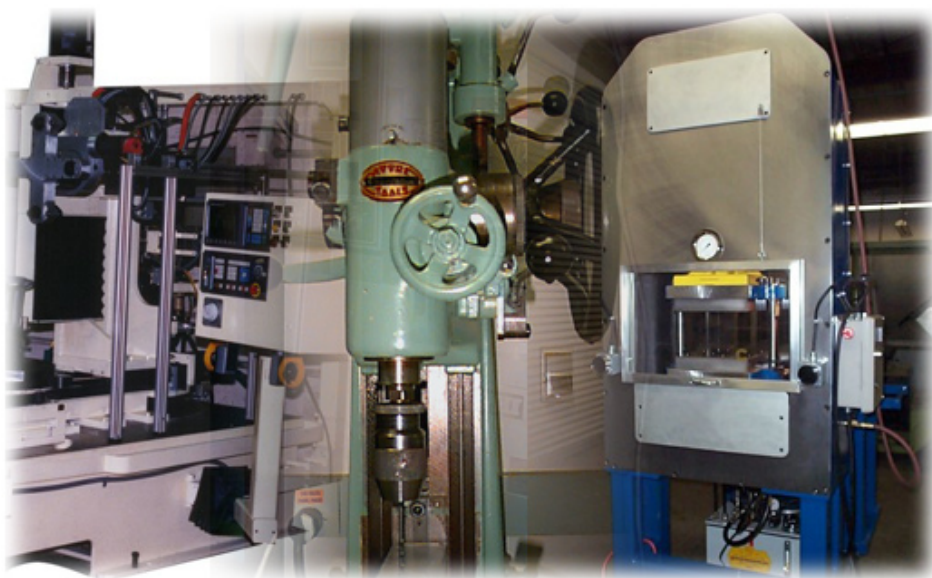


ميكانيكا إنتاج

تقنية تشغيل

٢١٢ ميك



الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التتموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " تقنية تشغيل " لمتدربي قسم " ميكانيكا إنتاج " للكلليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه: إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تعتبر عمليات تشغيل المعادن من العمليات الهامة في الإنتاج الصناعي الحديث. وتشهد تطورا كبيرا في اقتصادياتها وإنتاجيتها وجودة منتجاتها. إن تشغيل المعادن ضروري للوصول لدقة أبعاد عالية ونعومة أسطح كبيرة لأغلب القطع المعدنية. فالسباكة الرملية والحدادة في قوالب مستوية (الحدادة الحرة) لا توفران دقة أبعاد عالية ولا نعومة أسطح كبيرة و لا يمكنان من الحصول على ثقب صغيرة القطر ولذا يتم اللجوء لعمليات تشغيل لتحقيق ذلك. ولذا يطلق على تشغيل المعادن في بعض المراجع "التشطيب الميكانيكي" لأن طرقه من خراطة وتفريز وثقب وكشط وتجليخ تستخدم غالبا " لتشطيب" بمعنى إكمال العمل المطلوب والذي بدأته طرق التشكيل الأولي وهي السباكة والحدادة.

عمليات تشغيل المعادن هي موضوع محتويات هذه الحقيبة. وقد قسمت الحقيبة إلى وحدتين الأولى تم فيها تناول أساسيات تشغيل المعادن لأنها تخص كل طريقة من طرق التشغيل، والوحدة الثانية تم فيها تناول طرق التشغيل المختلفة بالتفصيل الكافي. كما قسمت كل وحدة إلى عدد من الفصول كما يلي:

الوحدة الأولى: أساسيات تشغيل المعادن

الفصل الأول: ظروف القطع

الفصل الثاني: نظرية القطع

الفصل الثالث: أدوات القطع

الفصل الرابع: قوى القطع

الوحدة الثانية: طرق تشغيل المعادن

الفصل الخامس: : الثقب

الفصل السادس: الخراط

الفصل السابع: التفريز

الفصل الثامن: التجليخ

وبتفصيل أدق فإن الوحدة الأولى تحتوي على أربعة فصول تتناول ما يلي:

الفصل الأول يتحدث عن تعريف تشغيل المعادن، وطرق التشغيل المختلفة، وحركات القطع، وكيفية حدوث القطع، وأنواع الرأش الناتجة، والحرارة المتولدة وضرورة التبريد والتزليق. كما يتناول هذا الفصل كذلك تكون الحد القاطع الإضافي وتأثيره على الجودة.

أما الفصل الثاني فيتناول كيفية اختيار ظروف القطع وهي سرعة القطع، وسرعة التغذية وعمق القطع وتأثير كل منها على الإنتاجية، والتكلفة وجودة المشغولات.

والفصل الثالث يتناول أدوات القطع ويشرح فيه تركيبها، وزواياها، والمواد التي تصنع منها. كما يتناول أيضا تلف الأدوات وعمرها مع توفير أمثلة حسابية لحساب عمر الأدوات.

والفصل الرابع يتناول قوى القطع ويحدد مركباتها، وكيفية حسابها، والعوامل المؤثرة عليها وكيفية حساب قدرة القطع.

أما الوحدة الثانية " طرق تشغيل المعادن" فتحتوي على أربعة فصول. يتناول كل فصل منها أحد طرق التشغيل وهي بالتسلسل التالي: الثقب، الخراطة، التفريز، والتجليخ. كما يتم تناول كل طريقة عبر توضيح نظرية عملها، وأنواعها، واستخداماتها، وتحديد زمن القطع في كل طريقة وأمثلة حسابية لتحديد زمن وقوة القطع.

وفي نهاية كل فصل من فصول هذه الحقيبة التدريبية هناك تدريبات نظرية يتم تنفيذها في الجزء النظري من الحقيبة بالإضافة إلى وجود تدريبات عملية يتم تنفيذها في الجزء العملي.



المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تقنية تشغيل

مقدمة

مقدمة

مقدمة الوحدة الأولى

تتضح أهمية تشغيل المعادن لضرورتها في تشطيب المسبوكات والمطروقات لأن دقة الأبعاد ونعومة الأسطح لازمتان لتأدية المهام المطلوبة من القطع الهندسية ، ولتسهيل عمليات تجميع القطع الهندسية للوصول لمنتج نهائي مثل: محرك السيارة، المضخة، الصمام وغيرها.

يتم في الفصل الأول من هذه الوحدة التعريف بتشغيل المعادن ووصف طرقه المختلفة والحركات التي تميز كل طريقة عن الأخرى وكيفية حدوث القطع و ما ينتج من رائش وما يتولد من حرارة وتأثيرها على عمر الأداة والاحتياط الضروري عبر التبريد والتزليق.

أما في الفصلين الثاني والثالث فيتم شرح ظروف القطع وأدوات القطع المستخدمة لكي يتعلم المتدرب أسس اختيار الظروف والأدوات التي تضمن تحقيق إنتاجية عالية مع جودة ممتازة وتكلفة قليلة

و في الفصل الرابع يتم تناول التعريف بقوى القطع وكيفية حسابها والعوامل المؤثرة عليها لما لها من أهمية في تصميم آلات وأدوات القطع والمعدات المساعدة من أدلة الثقب ومثبتات الشغلات، و خاصة في عمليات التفريز.

في فصول هذه الحقيبة تم تناول المواضيع بإيجاز غير مغل وستغطي الحقيبة العملية تفاصيل أكثر.

الجدارة :

عند إكمال هذه الوحدة فإن المتدرب يستطيع اختيار أداة القطع وظروف القطع التي تحقق وفرة الإنتاجية و التكلفة القليلة مع الجودة العالية في كل طرق تشغيل المعادن.

الأهداف :

- * أن يتعرف الطالب على أنواع طرق التشغيل .
- * أن يتعرف الطالب على عملية القطع ونوعية الرأش الناتج والحرارة المتولدة.
- * أن يتعرف الطالب على ظروف القطع المناسبة.
- * أن يتعرف الطالب على أدوات القطع وأنواع التلف الناتجة من الاستخدام.
- * أن يتعرف الطالب على قوة القطع وكيفية حسابها والعوامل المؤثرة عليها.

الوقت المتوقع للتدريب :

ساعة للتدريبات النظرية.

ست ساعات للتدريبات العملية.

الوسائل المساعدة :

اتباع التعليمات المذكورة في كل تدريب نظري وعملي.

متطلبات الجدارة :

يجب التدريب على جميع المهارات لأول مرة إضافة إلى مهارات المتطلب السابق (ورشة تأسيسية ١١٢ ميك).

الفصل الأول: نظرية القطع

١- ١: تعريف تشغيل المعادن:

تشغيل المعادن هو تغيير شكل كتلة معدنية أولية عبر إزالة جزء منها بواسطة أداة تزيل المعدن على هيئة قطع صغيرة تسمى الرأش.

١- ٢: أنواع طرق التشغيل:

يمكن حصر الطرق التقليدية لتشغيل المعادن فيما يلي:

الخراطة	turning	التفريز	milling	الثقب	drilling
النشر	sawing	التجليخ	grinding	النطح	shaping
التسريب	broaching	التجويف الداخلي	boring		
الكشط	planning				

تتنوع طرق تشغيل المعادن تنوعاً كبيراً لأسباب يمكن حصرها فيما يلي:

- تنوع الأشكال الهندسية للقطع ، فالقطع المكعبة ذات الأسطح المستوية تتطلب طرق تشغيل تختلف عن القطع الأسطوانية.
- تنوع أحجام القطع ، فالأحجام الصغيرة يفضل تفريزها والأحجام الكبيرة يفضل الكشط لتشغيلها.
- اختلاف مواضع التشغيل ، فالأسطح الخارجية تفرز، تخرط وتجلخ و الأسطح الداخلية تثقب وتسرب أما حفر القوالب فيفضل استخدام التفريز في تنفيذه.
- تعدد مستويات الدقة ونعومة الأسطح، فلكي نشغل الشغلات ذات مطالب الجودة المنخفضة نستخدم الخراطة والتفريز الاستقرابية، وكلما زادت متطلبات الجودة فإننا نستخدم عمليات الخراطة والتفريز التشطيبية ثم عمليات التجليخ والصقل.
- تنوع كميات الإنتاج، فالإنتاج بالقطعة في حالة التروس يتم بالنطح والإنتاج الكبير يتم بالتفريز بآلات عامة أو بآلات تفريز خاصة.

١ - ٣: استخدامات تشغيل المعادن:

لا يخلو أي مصنع من آلات تشغيل المعادن مثل المخارط، والفرايز، والمثاقيب، وآلات التجليخ وغيرها لأغراض إنتاج قطع الغيار، وصيانة أجزاء الآلات والمعدات، أو إنتاج مختلف القطع الهندسية.

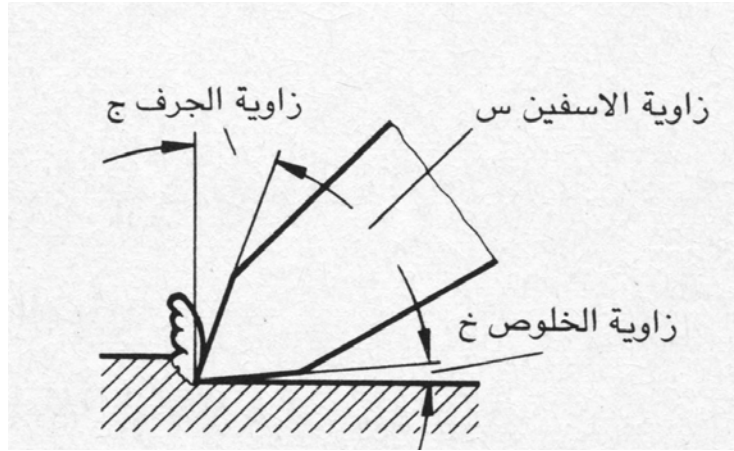
ويمكن حصر استخدامات تشغيل المعادن في الحالات التالية:

- إنتاج قطع نهائية من كتل أولية منتجة بالسباكة أو الحدادة أو الدرفلة.
- تحقيق دقة عالية لمقاييس المسبوكات Castings و بالأخص المنتجة بالقوالب الرملية و المطروقات forgings المنتجة بالحدادة الحرة (بقوالب مستوية).
- تحقيق نعومة أسطح عالية للمسبوكات الرملية و المطروقات التي تأكسد سطحها نتيجة للحرارة العالية.
- إنتاج الثقوب الصغيرة في المسبوكات و المطروقات حيث لا تمكن السباكة والحدادة من إنتاجها.
- إنتاج الثقوب والتجاويف التي تتعامد مع اتجاه حركة الطرق أو الكبس في الحدادة.

١ - ٤: حركات القطع Cutting Motions

يجب أن تقوم كل من أداة القطع والشغلة بتنفيذ متزامن لحركات محددة بسرعات مختلفة لضمان حدوث عملية القطع المطلوبة.

الحركات المقصودة هي: حركة القطع، حركة التغذية وحركة ضبط عمق القطع. إن عملية إنقاص ارتفاع قطعة معدنية بواسطة أجنة ومطرقة يمكنها أن توضح الحركات الثلاث. ففي الشكل (١-١أ) يتم ضبط عمق القطع عبر إنزال الأجنة لمسافة مليمترات عن مستوى سطح القطعة ثم تنفذ حركة القطع بتحريك الأجنة إلى الأمام مع الطرق عليها، حيث تزال منطقة عرضها هو عرض الأجنة وطولها هو طول الشغلة. وللتمكن من إزالة جزء آخر من الشغلة، يجب تنفيذ حركة التغذية والمتمثلة في تحريك الأجنة إلى اليمين بمقدار عرضها. بتكرار حركتي القطع والتغذية في وجود عمق قطع محدد، يمكن تنفيذ المطلوب وهو إنقاص ارتفاع القطعة. إن التشغيل بالمكينات هو تنفيذ إلى للحركات الثلاث التي ذكرت أعلاه.



الشكل (١-١): تنفيذ القطع بأجنة ومطرقة

فيما يلي سيتم تعريف حركات القطع المختلفة

١.٤.١: حركة القطع Cutting motion

هي الحركة الضرورية لإزالة طبقة من معدن الشغلة work piece خلال :

دورة واحدة للشغلة كما في الخراطة

دورة واحدة للأداة tool كما في التفريز

مشوار واحد للأداة كما في النطح

دورة واحدة للمثقاب كما في الثقب.

١.٤.٢: حركة التغذية Feed motion

هي الحركة بين الأداة والشغلة والتي تتسبب في حدوث إزالة مستمرة للمعدن بوجود حركة قطع.

وهي حركة مستقيمة مستمرة في الخراطة يقوم بها قلم الخراطة المثبت على سطح العربة.

وهي مستقيمة غير مستمرة في الكشط والنتح، وفي التفريز مستقيمة وتقوم بها الشغلة المثبتة على

منضدة الآلة، وفي الثقب تقوم بها الأداة (المثقاب).

١.٤.٣: حركة ضبط عمق القطع Setting the cutting depth motion

هي تحريك يدوي أو إلى للأداة أو الشغلة ابتداء من نقطة تلامسهما لتحديد مقدار القطع المطلوب.

وهي حركة تنفذ مرة واحدة لمشوار القطع المحدد. وفي الخراطة يحرك القلم مع ثبات الشغلة بينما

في التفريز والتجليخ والكشط والنتح تتحرك الشغلة مع ثبات الأداة. أما في الثقب والنشر فيعتبر

اختيار الأداة هو تحديد عمق القطع وبالتالي لا توجد بهما هذه الحركة.

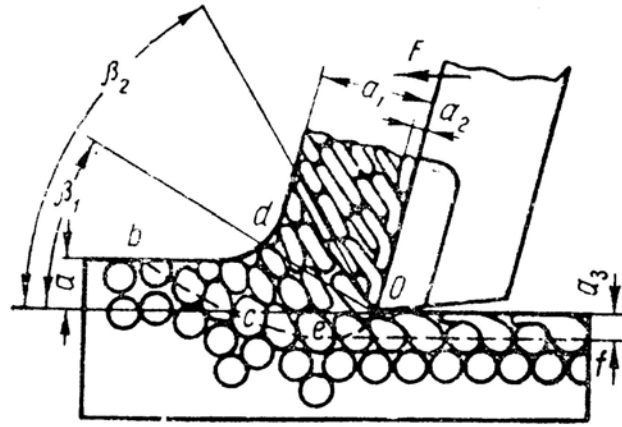
الشكل (١ - ٢) يوضح حركات القطع في بعض عمليات تشغيل المعادن.

<p>الشكل (٢ - ١) : حركات القطع في مختلف عمليات التشغيل.</p>	<p>١) حركة القطع. ٢) حركة التغذية. ٣) حركة ضبط عمق القطع ٤) الأداة ٥) الشغلة.</p>	<div data-bbox="1039 357 1396 1785"> <p>حركة القطع حركة التغذية حركة الاقتراب الخراطة الطولية</p> <p>حركة القطع حركة التغذية حركة الاقتراب الخراطة العرضية</p> <p>حركة القطع حركة التغذية حركة الاقتراب التفريز الدائري</p> <p>حركة القطع حركة التغذية حركة الاقتراب التفريز الوجهي</p> <p>حركة التغذية القطع التثقيب</p> </div> <div data-bbox="617 357 990 1785"> <p>حركة القطع حركة التغذية حركة الاقتراب التجليخ الاسطواني</p> <p>حركة القطع حركة التغذية حركة الاقتراب التجليخ المحيطي</p> <p>حركة الاقتراب حركة التغذية القطع التجليخ الوجهي</p> </div>
---	---	---

٥.١: عملية القطع The cutting process

١.٥.١: تكون الرأش (النحاة) Formation of chips

عند ملاسة أداة القطع، التي تم ضبطها على عمق قطع محدد، لمعدن الشغلة، يحدث لجزء المعدن الملامس للحد القاطع تشكل مرن، يتبعه مباشرة تشكل دائم، و بازدياد ضغط الحد القاطع تتعدى اجهادات القص المتولدة أعلى مقاومة قص لمعدن الشغلة ومن ثم يبدأ حدوث القص في مستوى يسمى مستوى القص ويستمر حتى انفصال جزء من المعدن هو الرأش. يميل مستوى القص بزاوية (β_1) يعتمد مقدارها على زاوية الجرف بالأداة وعلى نوع مادة الشغلة. بانفصال الرأش يتكرر ضغط الأداة على منطقة جديدة ويتكرر الانفصال وبالتالي تحدث إزالة مستمرة. يشترط لحدوث واستمرار القطع، أن تكون صلادة الحد القاطع أعلى من صلادة معدن الشغلة. الشكل (١ - ٣) يوضح عملية القطع.



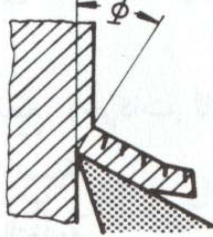
الشكل (١ - ٣): عملية القطع

١.٥.٢: أنواع الرأش

تختلف أنواع الرأش تبعاً لمادة الشغلة و سرعة القطع وزاوية الجرف (γ). توجد تبعاً لمراجع متعددة ثلاثة أنواع من الرأش، يمكن حصرها فيما يلي:
 رأش متفتت Broken chip رأش قصي Shear chip و رأش مستمر Continuous chip.
 الشكل (١ - ٤) يوضح أنواع الرأش.

رأش سيال

$$\Phi \approx 32^\circ$$

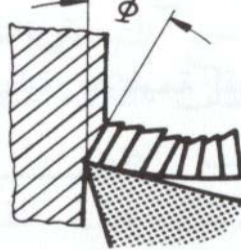


معدن لدن (طري)

زاوية جرف $< 5^\circ$

رأش قص

$$\Phi \approx 25^\circ$$

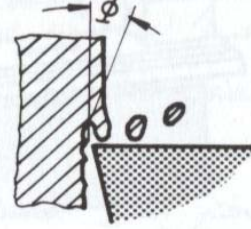


معدن ذو صلابة متوسطة

زاوية جرف $> 5^\circ$

رأش غير متصل (قِطَعي)

$$\Phi \approx 19^\circ$$



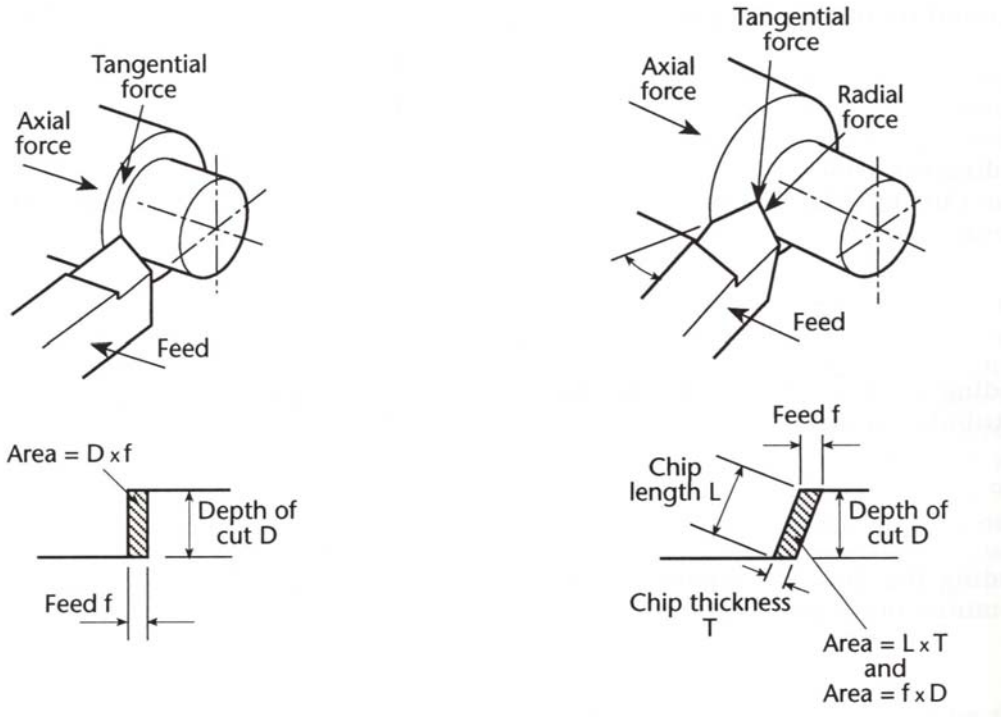
معدن قصف

زاوية جرف $= 15^\circ$

يُفضل القطع مع تكون رأش مستمر (سيال) لأنه يضمن سطحاً ناعماً للشغلة بسبب عدم وجود اهتزازات أثناء القطع وكذلك لعدم وجود آثار لانفصال متكرر للرأش عن معدن الشغلة.

الشكل (١-٥) يوضح أبعاد الرأش وأثر تغير زاوية المقابلة χ وسرعة التغذية وعمق القطع على شكل الرأش. تحسب مساحة مقطع الرأش A من ضرب سمك الرأش h (يساوي سرعة التغذية f في عرض الرأش b (يساوي تقريبا عمق القطع d)).

$$A = b \cdot h = d \cdot f \quad [\text{mm}^2] \text{ أي}$$



الشكل (١ - ٥): أبعاد الرأش.

٦.١: الحد القاطع الإضافي Built-up edge

الحد القاطع الإضافي هو قطعة صغيرة انفصلت من معدن الشغلة وانحشرت بين الحد القاطع الأصلي ومعدن الشغلة ويتم به قطع المعدن بدلاً من الحد القاطع الأصلي. يستمر القطع بالحد القاطع الإضافي حتى يحدث له تمزق تحت تأثير قوى القطع في وجود الحرارة الناتجة من القطع. يترك التشغيل في هذه الحالة سطحاً خشناً للشغلة ومقاسات خاطئة.

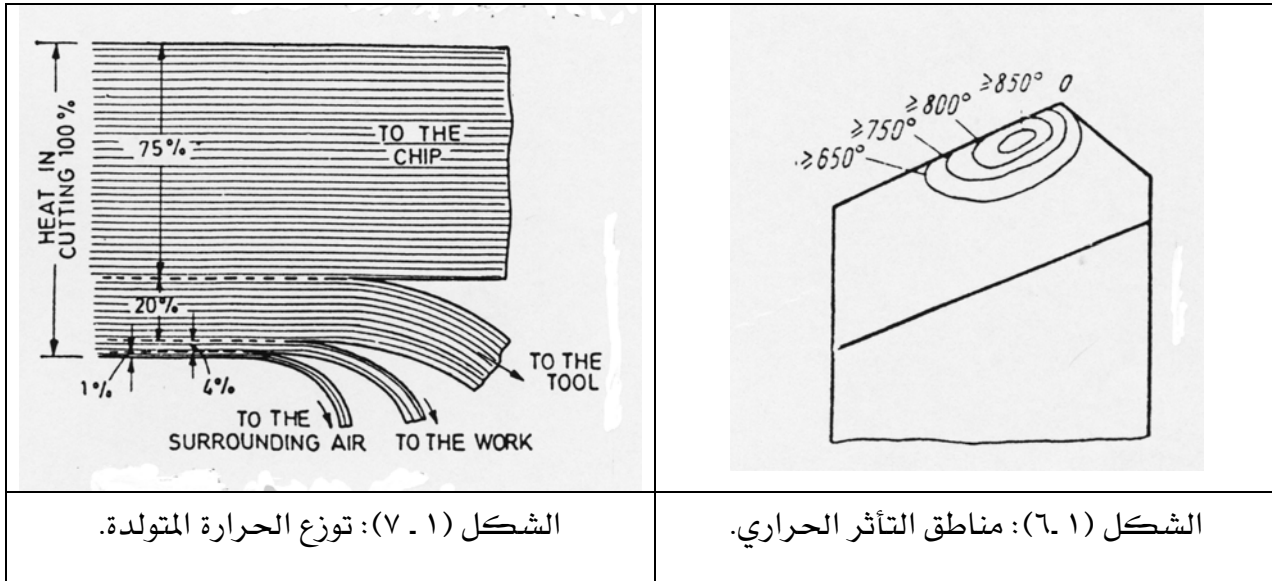
يتكون الحد القاطع الإضافي في الحالات التالية:

- عند تشغيل المواد الطرية مثل الصلب منخفض الكربون والألومنيوم وخصوصاً عند سرعة قطع أكبر من ٨٠ متر / دقيقة.
- استخدام أداة قطع ذات زاوية جرف صغيرة.
- القطع بدون تبريد وتزلييق.
- استخدام أداة قطع تالفة.

ولذا يجب تفادي ظروف القطع تلك لنضمن عدم تكون الحد القاطع الإضافي وتجنب ما يترتب عليه من عيوب للتشغيل.

٧.١: الحرارة المتولدة developed heat

نتيجة لاحتكاك أداة القطع بالشغلة وكذلك احتكاك الرأش الناتج بسطح الأداة والشغل المبذول في تنفيذ القطع، تتولد حرارة عالية تبلغ $< 850^{\circ}\text{C}$ في أعلى مناطق تأثيرها. الشكل (١ - ٦) يوضح مناطق التأثير الحراري في أداة القطع. والشكل (١ - ٧) يوضح توزيع درجات الحرارة على كل من الشغلة، الرأش وأداة القطع.



تتسبب هذه الحرارة العالية في إضعاف صلادة الحد القاطع وبالتالي زيادة التآكل الناتج عن الاحتكاك مما ينقص من عمر الأداة. و يترتب على نقص عمر الأداة كثرة التوقف لتغييرها و تركيب أخرى سليمة . يعني ذلك زيادة الزمن الكلي للقطع أي ضعف الإنتاجية. كذلك يعني نقص عمر الأداة، كثرة عمليات إعادة الشحذ مما يزيد من تكلفة الإنتاج بدخول تكلفة عامل التجليخ، وأداة و آلة التجليخ.

لمواجهة تأثيرات الحرارة المتولدة يستخدم التبريد والتزليق . وكذلك تم تطوير مواد قطع تتحمل الحرارة العالية مثل الكربيدات والسيراميك وثلاثي نتريد البورون والأستيليت وبالتالي تضمن التشغيل بسرعات قطع عالية، تكون الأساس في الحصول على سطح ناعم وكذلك سرعات تغذية عالية تكون الأساس لتقليل زمن القطع.

إن استخدام التبريد والتزليق ومادة قطع تتحمل الحرارة العالية، شرطان ضروريان لضمان الربحية ورفع الإنتاجية وتحقيق جودة عالية.

٨.١: التبريد والتزييق Cooling and lubrication

يقصد بالتبريد سحب الحرارة المتولدة وذلك عبر تسليط ماء على منطقة القطع و. يقصد بالتزييق تحسين انسياب الرأش على سطح الأسفين عبر تقليل الاحتكاك بواسطة رش منطقة القطع بزيوت. لتنفيذ العمليتين معاً يتم خلط الزيت بالماء ولتحسين عملية التصاق الزيت بسطح الشغلة يضاف لهما الكبريت. إن وجود التبريد والتزييق يمكن من رفع سرعتي القطع والتغذية مع ضمان عدم تقليل عمر الأداة. أي نحقق جودة في التشغيل، تقليلًا للتكلفة و. منا قليلاً لتشغيل القطعة.

وتوجد مجموعتان من المزلقات هما:

- الزيوت والشحوم الطبيعية وتمتاز بجودة تزييقها ولكن يعيبها ازدياد لزوجتها عند تعرضها لحرارة عالية.
- الزيوت المعدنية (Mineral oils) ويميزها عدم تأثرها بحرارة القطع ولكنها أقل جودة في التزييق.

يتم استخدام التبريد والتزييق تبعاً لمعدن الشغلة وظروف التشغيل، فالزهر يشغل دائماً بدون تبريد وتزييق و النحاس والألومونيوم يستخدم التبريد والتزييق عند تشغيلهما بسرعات قطع وتغذية عاليتين وعمق قطع كبير، أما الصلب فإنه يشغل دائماً مع وجود تبريد وتزييق مهما تنوعت ظروف القطع. الجدول (٢.١) يوضح معدل تدفق سائل التبريد والتزييق حسب طريقة التشغيل. الجدول (١ - ٣) يوضح مواد التبريد والتزييق واستخدامها حسب نوعية مادة الشغلة و مادة الأداة وطريقة التشغيل.

طريقة التشغيل	معدل تدفق سائل التبريد والتزليق
الخراطة	١٩ لتر / دقيقة
قطع اللوالب بقطر ٢٥ ملم بقطر ٥٠ ملم بقطر ٧٥ ملم	١٣٢ لتر / دقيقة ١٧٠ لتر / دقيقة ٢٢٧ لتر / دقيقة
التفريز سكينة صغيرة سكينة كبيرة	١٩ لتر / دقيقة ٢٢٧ لتر / دقيقة
الثقب بقطر ٢٥ مم بقطر كبير	٨ - ١١ لتر / دقيقة ٠,٤ لتر / دقيقة X القطر
تجليخ أسطوانى صغير كبير أنواع تجليخ أخرى	٧٦ لتر / دقيقة ١٥١ لتر / دقيقة ٠,٧٥ لتر / ملم من سمك الحجر
تسريب (تخليق) صغير كبير	٣٨ لتر / شوط تشغيل ٠,٤٥ لتر / مشوار X طول مشوار القطع
صقل ثقب صغير كبير	١١ لتر / دقيقة / ثقب ١٩ لتر / دقيقة / ثقب

الجدول (١ - ١) : معدل تدفق مواد التبريد و التزليق.

الخرائط		التفريز		الثقب		مادة الشغلة
صلب سريع القطع	كربيد	صلب سريع القطع	كربيد	صلب سريع القطع	كربيد	
HDO - S	GPO - S	HDO - S	GPO - S	HDO - S	GPO - S	صلب منخفض - متوسط السبائك
HDS	GPS	HDS	GPS	HDS	GPS	حديد مطاوع
HDAC	HDAC	HDAC	HDAC	HDAC	HDAC	صلب كربوني
HDO - S	GPO - S	HDO - S	GPO - S	HDO - S	GPO - S	صلب عالي السبائك
HDS	HDS	HDS	HDS	HDS	HDS	صلب مقاوم للصدأ
GPO - S	GPS	GPO - S	GPS	GPO - S	GPS	حديد زهر
HDO - NS	GPO - NS	HDO - NS	GPO - NS	HDO - NS	GPO - NS	سبائك أساسها النكل، الكوبلت
GPO - NS	GPO - NS	GPO - NS	GPO - NS	GPO - NS	GPO - NS	سبائك ماغنيسيوم
GPO - NS	GPO - NS	GPO - NS	GPO - NS	GPON - NS	GPO - NS	سبائك المونيوم
HDO - NS	GPO - NS	HDO - NS	GPO - NS	HDO - NS	GPO - NS	سبائك نحاس
HDS	HDS	HDS	HDS	HDS	HDS	سبائك مقاومة للحرارة العالية
HDAC	HDAC	HDAC	HDAC	HDAC	HDAC	البلاستيك
GPS	GPS	GPS	GPS	GPS	GPS	

الجدول (١ - ٢): تحديد مواد التزليق حسب طريقة التشغيل

تفسير مسميات مواد التزليق المذكورة بالجدول السابق هو كما يلي:

زيت معدني متعدد الأغراض GPO General purpose mineral oil
زيت معدني عالي التزليق HDO Heavy duty mineral oil
زيت متعدد الأغراض قابل للذوبان GPS General purpose soluble oil
زيت عالي التزليق قابل للذوبان HDS Heavy duty soluble oil
مبرد مائي متعدد الأغراض GPAC General purpose aqueous coolant
مبرد مائي عالي التزليق HDAC Heavy duty aqueous coolant
يتأثر بالحرارة S Staining
لا يتأثر بالحرارة NS Non- staining

تمارين:

- (١) عرف تشغيل المعادن. ووضح لماذا يطلق عليه أيضا " التشغيل الميكانيكي؟
- (٢) اذكر استخدامات تشغيل المعادن.
- (٣) عرف حركات القطع.
- (٤) وضح بالرسم حركات القطع في الخراطة الطولية والواجهية.
- (٥) وضح بالرسم حركات القطع في التفريز الواجهي والتفريز المحيطي.
- (٦) وضح حركات القطع في النطح.
- (٧) وضح بالرسم حركات القطع في التجليخ السطحي والتجليخ الأسطواني.
- (٨) وضح بالرسم حركات القطع في الثقب.
- (٩) وضح بالرسم حركات القطع في النشر بمنشار شريطي ، منشار قرصي ومنشار ترددي.
- (١٠) اشرح عملية القطع مع التوضيح بالرسم.
- (١١) ما هي أنواع الرأش؟ ما هي ظروف تكون كل نوع؟
- (١٢) ما هو نوع الرأش المفضل؟ ولماذا؟
- (١٣) كيف يتم مواجهة الحرارة المتولدة أثناء القطع؟
- (١٤) عرف الحد القاطع الإضافي.
- (١٥) وضح ظروف تكون الحد القاطع الإضافي وتأثيراته في عملية التشغيل.
- (١٦) وضح فائدة استخدام التبريد والتزليق.

(١٧) أجب عن الأسئلة التالية بصح أو خطأ :

- (أ) يفضل استخدام الزيوت الطبيعية للزوجتها العالية. ()
- (ب) يضاف الكبريت لسائل التبريد والتزليق لرفع كفاءة التبريد ()
- (ج) كلما ارتفعت مقاومة مادة الحد القاطع للحرارة كلما زادت الإنتاجية
- (ح) يتنوع الرأش الناتج من نفس المعدن عند اختلاف سرعات القطع والتغذية وعمق القطع.
- (خ) الحد القاطع الإضافي يتكون عند تشغيل المواد عالية الصلادة.
- (د) الرأش المستمر يضمن سطحا ناعما للمشغولات
- (ذ) حجم الرأش الناتج يتطابق مع حجم الفراغ الذي نتج من إزالته.

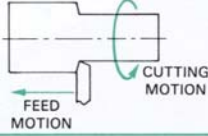
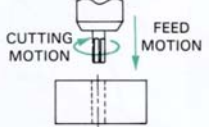
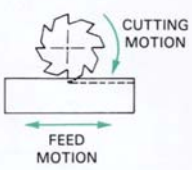
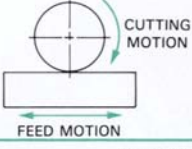
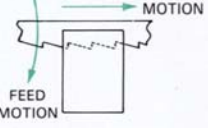
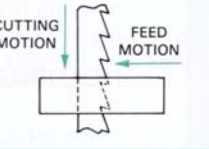
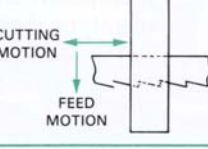
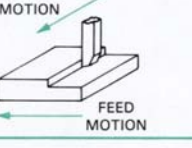
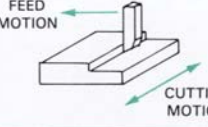
(١٨) اختر الإجابة الصحيحة :

- (أ) يشغل الزهر
بتزليق زيوت معدنية فقط بتزليق زيوت طبيعية فقط جافا
- (ب) الصلب يشغل
جافا تبعا لظروف القطع بتزليق أو بدونه دائما بتبريد وتزليق
- (ت) الرأش المتفتت ينتج عند تشغيل
الحديد الزهر الصلب منخفض الكربون الألومنيوم
- (ث) الحرارة الناتجة أثناء القطع تبلغ
< ١٥٠ °م ١٥٠ - ٢٥٠ °م < ٨٥٠ °م

(١٩) علل ما يلي :

- (أ) التبريد والتزليق يضمن جودة عالية للمشغولات.
- (ب) التبريد والتزليق يضمن عمراً أطول لأدوات القطع.
- (ت) تفضيل التشغيل مع تكون رأش مستمر (سيال)
- (ث) الحد القاطع الإضافي يضر بجودة الشغلات.

(٢٠) قم بالترجمة الكاملة للجدول التالي

CUTTING ACTION	FEED MOTION	DIAGRAMS	TYPICAL OPERATION	TYPICAL MACHINES
Rotating work	Linear movement of the tool		Turning Boring Reaming	Lathe
Rotating tool	Linear movement of the tool		Drilling Grinding Sawing	Drill press Cylindrical grinder Radial saw Cutoff saw
Rotating tool	Linear movement of the work		Milling Shaping (wood) Routing Planing (wood) Jointing Sawing Sanding	Milling machine Wood shaper Router Surfacer Jointer Circular saw Drum sander Disc sander Spindle sander
Rotating tool	Reciprocating work		Grinding	Surface grinder
Linear moving tool	Linear movement of the tool		Broaching Sawing Sanding	Broach Horizontal band saw Belt sander (portable)
Linear movement of the tool	Linear movement of the work		Sawing Sanding	Vertical band saw Belt sander (stationary)
Reciprocating tool	Linear movement of the tool		Sawing	Hacksaw
Reciprocating tool	Linear movement of the work		Sawing Shaping (metal)	Jig saw Metal shaper
Reciprocating work	Linear movement of the tool		Planing (metal)	Metal planer

الفصل الثاني: ظروف القطع Cutting Parameters

٢ - ١- مقدمة:

يقصد بظروف القطع: سرعة القطع، و سرعة التغذية، وعمق القطع.

ويتم اختيار ظروف القطع تبعاً لما يلي:

- مادة الشغلة - مادة الحد القاطع - زوايا الأداة - وجود سائل تبريد وتزليق من عدمه
- عمر الأداة المتوقع.

يعتبر الاختيار الصحيح لظروف القطع مهماً لأنه يؤثر على كل من الإنتاجية و التكلفة و جودة المشغولات.

لقد انتشرت وتطورت المقدرة الصناعية في كثير من الدول وبالتالي ازدادت حدة التنافس لتسويق المنتجات. يعتمد النجاح على جودة المنتجات وعلى سعرها. تشكل عمليات التشغيل جزءاً من تكلفة المنتجات وعاملاً مهماً في جودتها ومظهرها، لذا فإن الاختيار الصحيح لظروف القطع يعني البقاء في السوق وما يعنيه من الحفاظ على مواقع العمل وتحقيق المزيد من التقدم والرفاهية. وفيما يلي سيتم توضيح أسس اختيار كل ظرف من ظروف التشغيل وتأثيره على الإنتاجية، التكلفة والجودة.

٢ - ٢: سرعة القطع Cutting speed [m/min]

تعرف سرعة القطع بأنها المسافة التي تقطعها أداة القطع بالنسبة للمساحة المشغل في وحدة الزمن. و توضيحاً لذلك فإن ما تقطعه نقطة محددة على سطح شغلة أسطوانية في دورة واحدة ، يساوي طول محيط الشغلة (٢ ط نق) . بضرب محيط الشغلة في عدد الدورات في الدقيقة (ن) نحصل على (٢ ط نق ن) وهي المسافة التي قطعتها النقطة المحددة في الدقيقة (أي نحصل على سرعة القطع و وحدتها هي م / دقيقة).

تؤثر سرعة القطع على جودة المشغولات، لأنه يشترط استخدام سرعة قطع عالية للحصول على سطح ناعم وعلى دقة عالية لمقاييس الشغلة. وتؤثر سرعة القطع على الإنتاجية وعلى التكلفة حيث إنها العامل الرئيسي في تحديد عمر الأدوات لعلاقتها المباشرة بتولد حرارة عالية أثناء القطع. تؤدي الحرارة العالية لفقدان مادة الأداة لصلادتها وبالتالي تزايد تآكل سطح الأداة.

إن كثرة التوقف لتغيير الأداة يقلل من الإنتاجية وتكرار عمليات إعادة شحذ الأدوات يرفع من تكلفة الإنتاج. كذلك يؤدي استخدام أدوات تالفة إلى حدوث خشونة في السطح وخلل في دقة مقاييس الشغلات المنتجة.

يتم تحديد سرعة القطع من جداول مختلفة وذلك تبعاً لعوامل متعددة منها:

- عندما تتصف مادة الحد القاطع بتحملها للحرارة العالية مثل الكريبيدات والسيراميك فإن سرعة القطع تكون عالية.
- عندما تكون مادة الشغلة طرية مثل الألومنيوم فإن سرعة القطع تكون عالية.
- عند تنفيذ عمليات تشطيبية Finishing. فإن سرعة القطع تكون عالية
- عند تنفيذ عمليات أستقرائية Roughing. فإن سرعة القطع تكون قليلة
- عند تفضيل الحصول على عمر أداة طويل فإن سرعة القطع تكون عالية.
- عند صغر قدرة الآلة أو قدم الآلة وكثرة اهتزازها فإن سرعة القطع تكون قليلة

بعد اختيار سرعة القطع من الجداول يتم حساب سرعة دوران عمود الإدارة (n)

$$n = 1000 * V / \pi d$$

حيث : V سرعة القطع [m/min]

n سرعة دوران عمود الإدارة [rev/min]

d قطر الشغلة ، أو قطر أداة القطع في التفريز، التجليخ، الثقب. [mm]

نسبة لعدم إمكانية توفر كل السرعات التي يتم حسابها فإنه يتم اختيار أقرب سرعة دوران تتوفر في الآلة.

الجداول (١-٢)، (٢-٢)، (٣-٢)، (٤-٢) و (٥-٢) توضح سرعات القطع المستخدمة عند خراطة بعض المعادن باستخدام مواد مختلفة لأدوات القطع.

٢ - ٣: سرعة التغذية [mm/rev] FEED SPEED

هي سرعة تقدم الأداة عند إكمال الشغلة لدورة واحدة في الخراطة أو تقدم سكين التفريز أو المثقاب عند إكمالها لدورة واحدة. تؤثر سرعة التغذية على جودة المشغولات، و يشترط تغذية صغيرة جداً للحصول على سطح ناعم أو على دقة عالية للمقاييس. كما تؤثر على الإنتاجية، فإكمال مشوار القطع في زمن وجيز يعني إمكانية إنتاج قطع أكثر.

يتم تحديد سرعة التغذية تبعاً لعوامل عدة مثل:

- سرعة تغذية صغيرة جداً تعطي سطح ناعم أو مقاييس دقيقة.
- سرعة تغذية كبيرة عند تنفيذ عمليات استقرابية
- سرعة تغذية عالية عند تشغيل معدن طري مثل الألومونيوم أو الصلب

منخفض الكربون Mild steel.

- سرعة تغذية أعلى كلما ازداد تحمل مادة الأداة للحرارة

انظر الجداول (١-٢)، (٢-٢)، (٣-٢)، (٤-٢) و (٥-٢) التي توضح سرعات التغذية التي يمكن اختيارها تبعاً لمادة الشغلة ومادة الأداة.

٢ - ٤: عمق القطع Depth of cut

يقصد بعمق القطع سمك أو ارتفاع الجزء الذي يزال من المعدن في دورة أو مشوار واحد ويقاس بالمليمتر. ويؤثر عمق القطع على جودة المشغولات حيث يشترط عمق قطع صغير جداً للحصول على سطح ناعم وعلى دقة عالية للمقاييس. كذلك يؤثر عمق القطع على عمر الأداة، حيث يؤدي عمق القطع الكبير إلى حدوث تآكل كبير في الأداة. كما تؤثر الأدوات التالفة على جودة الشغلات بالإضافة إلى زيادة التكلفة وزمن الإنتاج.

يراعى عند اختيار عمق القطع عوامل عدة منها:

- لتقليل زمن الإنتاج عبر تقليل مشاوير القطع ومرات ضبط عمق القطع يتم اختيار عمق قطع كبير في العمليات الإستقرائية.
- إزالة الأسطح الخشنة للمسبوكات الرملية والمطروقات في مشوار قطع واحد لتقليل تآكل الأدوات الناتج من الاحتكاك مع بقايا الرمال والقشرة الأكسيدية التي تنتج من التشكيل على الساخن.
- للحصول على أسطح ناعمة يجب أن يكون عمق القطع صغيرا جدا.
- تفاوتات عمليات التصنيع السابقة يجب وضعها في الاعتبار لتفادي مشاوير قطع إضافية أو تلف الشغلة.
- تسلسل مشاوير القطع حسب الشكل الهندسي للشغلة.

عمق القطع مم	معدل التغذية مم / دورة	سرعة القطع م / دقيقة					
		صلب طري ١٤٠ بيرنيل		صلب ١٦٠ - ٢٠٠ بيرنيل		صلب ٢٢٠ - ٣٦٠ بيرنيل	
		H.S.S	كربيد	H.S.S	كربيد	H.S.S	كربيد
0.8	0.2 - 0.4	90 - 125	220 - 320	56 - 71	150 - 200	25 - 36	110 - 140
1.6	0.2 - 0.8	56 - 100	140 - 250	32 - 63	100 - 180	16 - 32	71 - 120
3.2	0.2 - 1.6	32 - 80	71 - 200	20 - 50	63 - 140	10 - 25	45 - 100
4.8	0.2 - 1.6	25 - 71	63 - 180	16 - 45	56 - 125	10 - 25	36 - 90
6.4	0.2 - 1.6	25 - 63	45 - 140	16 - 40	36 - 120	8 - 20	25 - 80
9.6	0.4 - 2.4	16 - 45	40 - 90	10 - 25	32 - 80	6 - 16	20 - 56
12.7	0.4 - 3.2	10 - 40	36 - 90	8 - 25	25 - 71	4 - 16	32 - 50
19	0.4 - 3.2	10 - 25	25 - 55	7 - 16	20 - 40	3 - 8	20 - 50

الجدول (٢-١): ظروف القطع عند خراطة الصلب باستخدام أداة من الصلب

سريع القطع مع التبريد ومن الكربيد بدون تبريد .

عمر الأداة ٩٠ - ١٢٠ دقيقة.

عمق القطع مم	معدل التغذية مم / دورة	سرعة القطع م / دقيقة					
		زهر رمادي ١٦٠ بيرنيل		زهر ١٦٠ - ٢٠٠ بيرنيل		زهر ٢٢٠ - ٣٦٠ بيرنيل	
		H.S.S	كربيد	H.S.S	كربيد	H.S.S	كربيد
0.8	0.2 - 0.8	63 - 90	110 - 160	32 - 50	71 - 120	20 - 32	63 - 100
1.6	0.2 - 0.8	50 - 80	100 - 140	25 - 45	63 - 110	16 - 25	56 - 90
3.2	0.2 - 1.6	32 - 71	63 - 140	20 - 40	45 - 90	10 - 25	40 - 71
4.8	0.2 - 1.6	32 - 63	63 - 125	16 - 32	36 - 80	9 - 20	32 - 71
6.4	0.2 - 1.6	25 - 63	56 - 120	16 - 32	36 - 71	8 - 20	25 - 63
9.6	0.4 - 3.2	20 - 40	36 - 80	9 - 20	32 - 56	5 - 16	25 - 45
12.7	0.4 - 2.4	16 - 40	25 - 80	8 - 20	32 - 50	5 - 10	20 - 40
19	0.4 - 3.2	10 - 36	20 - 71	7 - 20	25 - 45	4 - 10	20 - 32

الجدول (٢ - 2): ظروف القطع عند خراطة الزهر باستخدام أداة قطع من الصلب سريع القطع ومن الكربيد. عمر الأداة ٩٠ - ١٢٠ دقيقة. القطع بدون تبريد وتزليق

عمق القطع مم	معدل التغذية مم / دورة	سرعة القطع م / دقيقة					
		براس، برونز		نحاس، بلاستيك، سبائك لو		المونيم، ماغنيسيوم	
		H.S.S	كربيد	H.S.S	كربيد	H.S.S	كربيد
0.8	0.1 - 0.4	56 - 90	150 - 250	90 - 150	220 - 400	110 - 200	280 - 500
1.6	0.1 - 0.8	32 - 71	100 - 220	56 - 120	140 - 300	71 - 150	180 - 400
3.2	0.1 - 1.6	20 - 63	63 - 180	32 - 95	71 - 250	40 - 120	110 - 300
6.4	0.1 - 1.6	16 - 45	40 - 140	25 - 80	46 - 180	36 - 110	71 - 250
9.6	0.1 - 2.4	9 - 40	25 - 140	16 - 71	32 - 150	20 - 90	45 - 200

الجدول (٢ - 3): ظروف القطع عند خراطة مواد غير حديدية باستخدام أداة قطع من الصلب سريع القطع وكربيد. عمر الأداة ٩٠ - ١٢٠ دقيقة. بدون تبريد وتزليق.

نوع العملية	سرعة القطع	المادة المشغولة							
	معدل التغذية	زهر رمادي	صلب مسبوك	صلب	صلب لا يصدأ	براس - برونز	سبائك - لو	برونز ألومين	نحاس
خرطة	م / دقيقة	24 - 37	18 - 37	46 - 107	18 - 46	61 - 91	183 - 549	46	91
أستقرابية	مم / دورة	0.3 - 3.8	0.3 - 3.8	1.3 - 0.38	0.5 - 0.13	0.3 - 2.5	0.25 - 2.5	1.5	1.5
خرطة	م / دقيقة	30 - 46	38 - 61	61 - 122	37 - 61	76 - 152	183 - 549	91	122
تشطبيبة	مم / دورة	0.08 - 0.25	0.08 - 0.25	0.2 - 0.1	0.2 - 0.13	0.1 - 0.25	0.1 - 0.25	0.38	0.25
تفريز	م / دقيقة	15 - 23	15 - 27	37 - 61	30 - 37	30 - 61	107 - 152	46	91
وفصل	مم / دورة	0.25 - 2.03	0.25 - 1.5	0.2 - 0.1	0.15 - 0.1	0.25 - 0.76	0.25 - 1.3	0.25	0.13
تجويف	م / دقيقة	60 - 125	18 - 38	43 - 11	20 - 30	61 - 91	549	46	61
Boring	مم / دورة	0.13 - 0.5	0.13 - 0.5	0.13 - 0.1	0.13 - 2.5	0.13 - 0.5	0.2 - 1.5	0.5	0.5
تفريز واجهي	م / دقيقة	24 - 55	18 - 40	30 - 11	14 - 20	61 - 91	154 - 549	30	91
تفريز محيطي	مم / دورة	0.13 - 0.5	0.25 - 3.3	0.13 - 0.76	0.13 - 0.38	0.25 - 0.76	0.25 - 1.3	0.13 - 0.76	0.13 - 0.5
تفريز محيطي	م / دقيقة	12 - 30	18 - 30	11 - 30	12 - 18	61 - 91	152 - 549	30	61
تفريز محيطي	مم / دورة	0.13 - 0.5	0.25 - 3.3	0.13 - 0.76	0.13 - 0.38	0.25 - 0.76	0.25 - 1.3	0.13 - 0.76	0.13 - 0.5

Rough turning = خراطة أستقرابية

recessing = تفريز

finish turning = خراطة تشطبيبة

Cutoff = فصل

Face milling = تفريز واجهي

Periphery milling = تفريز محيطي

الجدول (٢ - ٤): ظروف القطع عند استخدام الأسطيليت.

عملية التشغيل	مادة الشغلة	الصلادة	سرعة القطع (م / دقيقة)	سرعة التغذية (مم / دورة)	عمق القطع	عمر الأداة (دقيقة)
			سيراميك	كربيد	سيراميك	كربيد
خراطة ناعمة	مطروقات صلب	روكويل 32	366	168	0.25	0.25
خراطة خشنة	مسيبوكات زهر	بيرنيل 241	1524	198	0.64	0.51
خراطة خشنة	مطروقات صلب	بيرنيل 200	549	213	0.46	0.41
خراطة خشنة	مسيبوكات زهر	بيرنيل 241	671	198	0.51	0.41
خراطة ناعمة	مطروقات صلب	روكويل 32	610	152	0.25	0.25

الجدول (٢ - ٥): مقارنة ظروف القطع عند استخدام حدود القطع السيراميكية والكربيدية.

تمارين:

- (١) اذكر مع التعريف ظروف القطع.
- (٢) وضح أهمية التحديد الصحيح لظروف القطع.
- (٣) عرف سرعة القطع مع ذكر وحدتها.
- (٤) اذكر أسس اختيار سرعة القطع.
- (٥) بين تأثير قوة القطع على الإنتاجية والتكلفة وجودة الشغلات.
- (٦) وضح كيفية حساب سرعة دوران عمود الإدارة.
- (٧) عرف سرعة التغذية مع ذكر وحدتها.
- (٨) وضح أسس اختيار سرعة التغذية.
- (٩) بين تأثير سرعة التغذية على الإنتاجية والجودة والتكلفة.
- (١٠) اذكر ضوابط اختيار عمق القطع.
- (١١) بين تأثير اختيار عمق القطع على الإنتاجية والجودة والتكلفة.
- (١٢) أجب بصواب أم خطأ
 - (أ) سرعة القطع المنخفضة جداً شرط ضروري للحصول على سطح ناعم.
 - (ب) سرعة التغذية العالية جداً شرط ضروري للحصول على سطح ناعم.
 - (ج) لا يهم معرفة تفاوتات العمليات التصنيعية السابقة لعملية التشغيل عند تحديد عمق القطع.
 - (د) لا يوجد علاقة بين سرعة القطع والإنتاجية.

الفصل الثالث: أدوات القطع

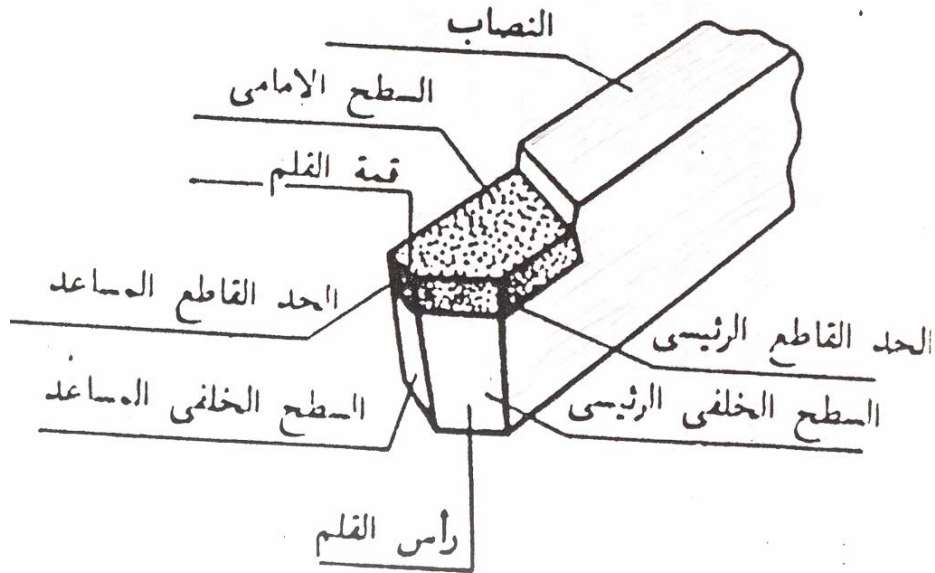
Cutting Tools

١.٣: تركيب أداة القطع:

تتركب أدوات القطع مهما اختلفت أشكالها من نفس المكونات (ساق، إسفين، وحد قاطع)، يرجع اختلاف أشكال المكونات الثلاثة في الأدوات المختلفة إلى العوامل التالية:

- طريقة تثبيت الأداة وتبعاً لها فإن الساق تكون مربعة المقطع في قلم الخراطة لكي تناسب التثبيت عبر ضغط المسامير الملولبة ، ومخروطية في الثقب لكي تناسب التثبيت عبر جلبة مثبتة بالظرف وفي التفريز والتجليخ أسطوانية ذات ثقب يناسب التركيب في عمود.
- طريقة إبعاد الرأش، ففي الخراطة توجد أسطح مائلة ينزلق عليها الرأش، و في المثقاب توجد ممرات حلزونية يتسلقها الرأش إلى خارج الثقب، وفي التفريز توجد بالسكاكين ممرات مستقيمة أو منحنية أو حلزونية تكفي لاستيعاب كمية الرأش المقطوع حتى خروج السن من منطقة القطع.
- عدد حدود القطع فتبعاً لعددها يختلف حجم الأسفين الكافي لتركيب حدود القطع.

يستخدم قلم الخراطة في كل المراجع لتوضيح المكونات الثلاثة لأدوات القطع وذلك لبساطته ، حيث من السهل توضيح ميل أسطح الأسفين والتي ينتج منها زوايا الأداة. الشكل (١- ٣) يوضح مكونات قلم خراطة.



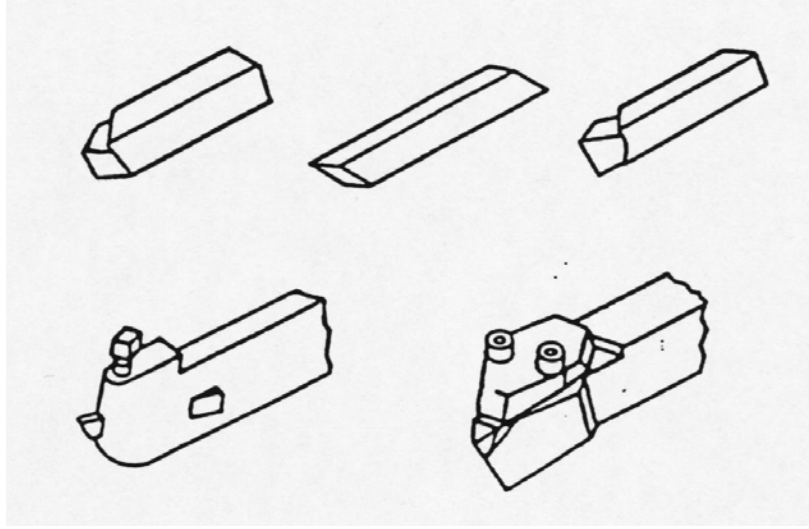
الشكل (٣ - ١): مكونات قلم الخراطة.

٢.٣: أنواع أدوات القطع

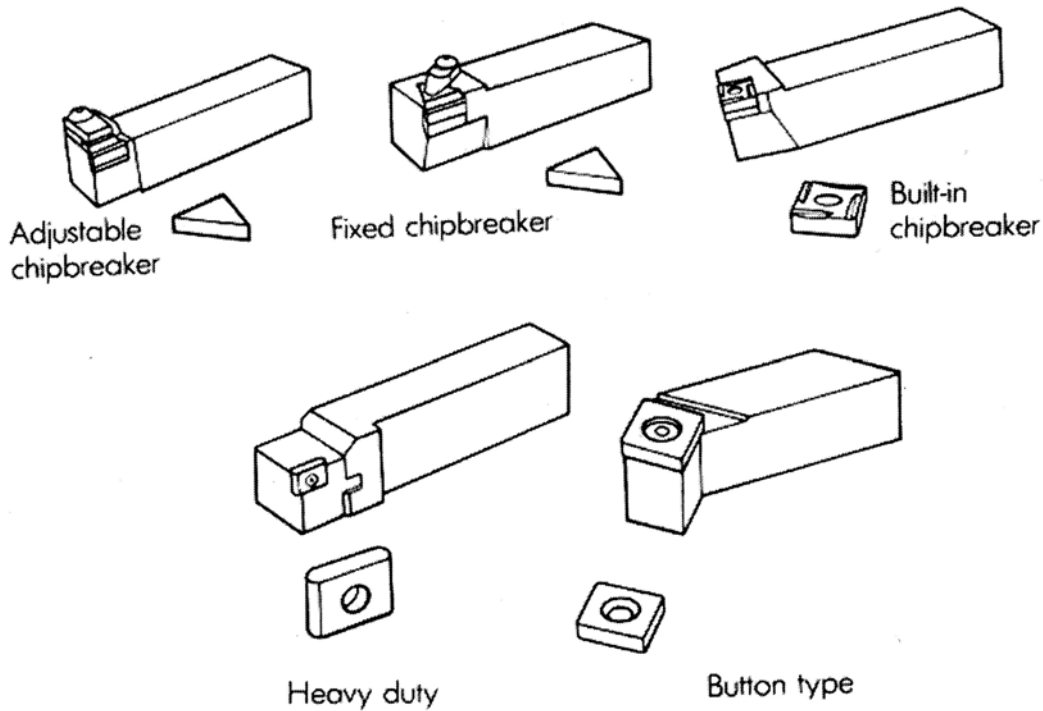
تتنوع أدوات القطع تبعاً لعوامل كثيرة أهمها:

- تنوع طرق التشغيل: حيث تستخدم أقلام للخراطة، و سكاكين للتفريز، و أحجار للتجليخ،...إلخ.
- عدد حدود القطع: ففي الخراطة والكشط والنطح تستخدم أدوات ذات حد قاطع واحد بينما في التفريز، والتجليخ تستخدم أدوات متعددة الحدود.
- تنوع طرق تثبيت الحدود: فهناك الأدوات الموحدة، و هي التي حدها القاطع وساقها من نفس المعدن، بينما الأدوات المربوطة والملحومة يتم فيها ربط الحد القاطع أو لحامه ببقية الأداة.
- مادة الحد القاطع: فهناك الصلب سريع القطع، الكريد، السيراميك والماس وغيرها لكي تتناسب مع تنوع ظروف القطع ومواد الشغلات.
- مقاييس الأدوات فهناك الأدوات الصغيرة التي تستخدم للأعمال الدقيقة والأدوات الكبيرة التي تستخدم لعمليات الاستقراب.

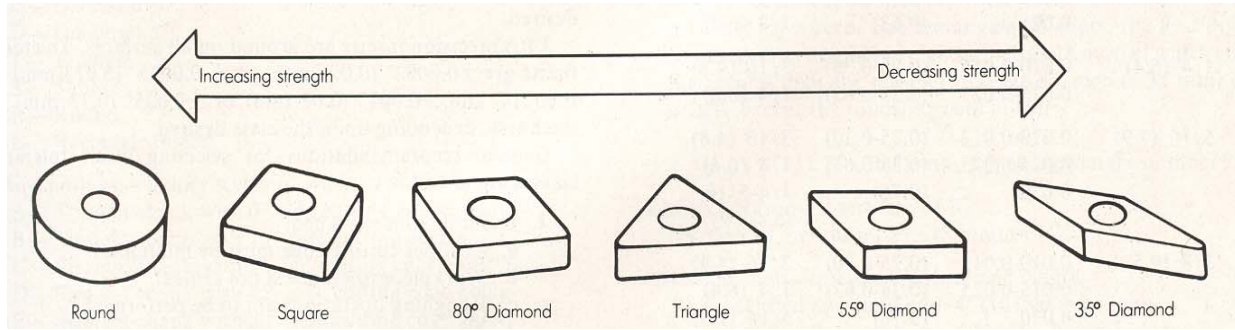
الأشكال (٢ - ٣)، (٣ - ٣)، (٤ - ٣) توضح أشكال مختلفة لساق قلم الخراطة وطرق تثبيت الحد القاطع وكذلك اللقم الكربيدية المختلفة المستخدمة في أقلام الخراطة وغيرها.



الشكل (٢ - ٣): أشكال مختلفة لساق وحدود قطع من الصلب سريع القطع.



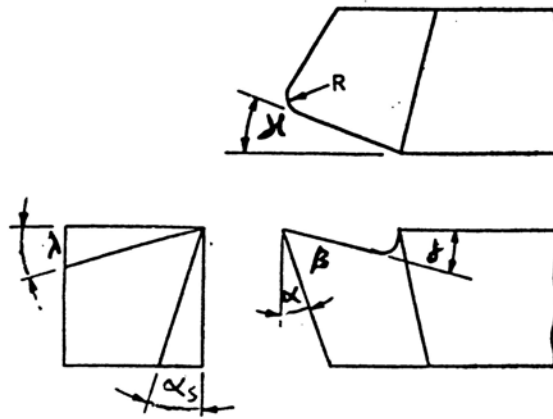
الشكل (٣ - ٣): طرق متنوعة لتثبيت الحد القاطع على الأسفين



الشكل (٣ - ٤) : أشكال مختلفة للقم كريبيدية

٣.٣ : زوايا أداة القطع Tool angles

يقصد بزوايا الأداة، ميل الأسطح المختلفة للإسفين. الشكل (٣ - ٥) يوضح الزوايا الأساسية :



الشكل (٣ - ٥) : زوايا الأداة بقلم خراطة

تتنوع قيم هذه الزوايا لكي تناسب أمور عدة منها: نوعية مادة الشغلة، تقليل الحرارة الناتجة، تسهيل القطع، تقليل الاحتكاك بين الأداة مع الشغلة والرائش وكذلك تحقيق شكل منطقة الانتقال من سطح لسطح آخر، وفيما يلي يتم توضيح مهمة كل زاوية من زوايا القطع:

زاوية الجرف (γ جاما)	مهمتها تسهيل القطع عبر التأثير على زاوية القص وتنحصر قيمتها بين ٨ - ٢٠°
زاوية الأداة (β بيتا)	مهمتها توفير متانة للأسفين حتى يتحمل قوى القطع وتنحصر قيمتها بين ٤٠ - ٥٠° للشغلات ذات المادة الطرية و ٦٠ - ٧٠° للشغلات ذات المادة الصلبة.
زاوية الخلوص (α الفا)	مهمتها تقليل احتكاك الأداة مع الشغلة مما يقلل من الحرارة الناتجة وتنحصر قيمتها بين ٥ - ٨°
زاوية مقدمة القلم (ϵ إبسلون)	مهمتها توفير المتانة لمقدمة القلم لتقليل تآكلها وتنحصر قيمتها بين ١١ - ٩٠°
زاوية المقابلة (χ كاي)	مهمتها تسهيل تسريب الحرارة الناتجة عبر كتلة الاسفين وتحقيق الشكل المطلوب للانتقال من سطح لسطح آخر في الشغلة وتنحصر قيمتها بين ٠ - ٩٠°

الجداول (١.٣) و (٣ - ٣) و (٥.٣) توضح زوايا أدوات القطع حسب مادة الحد القاطع.

٤.٣: رمز الأداة Tool signature

نسبة لكثرة وتشابه أقلام الخراطة، سكاكين التفريز، المثاقيب و أحجار التجليخ وضعت تبعا للمواصفات العالمية ISO رموز لأدوات القطع. تسهل الرموز طلب الأدوات من المخازن وكذلك تحديدها في برمجة عمليات التشغيل. فيما يلي مثال لترميز أقلام الخراطة:

ISO2 DIN4972 L 25q k10

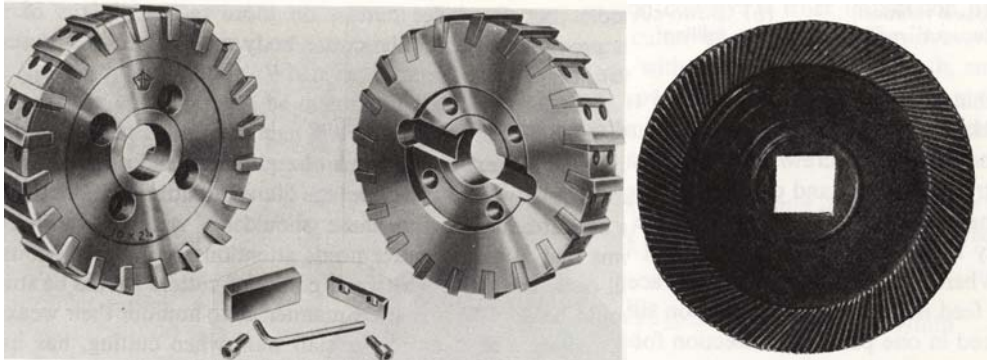
حيث:

ISO2	تشير إلى رقم المواصفة العالمية.
DIN4972	تشير إلى رقم نفس المواصفة في نظام المواصفات الصناعية الألماني
L	تشير إلى أن القلم يساري
25q	تشير إلى أن مقطع ساق القلم مربع طول ضلعه هو ٢٥ ملم
K10	تشير إلى نوع اللقمة الكربيدية المستخدمة.

٣ - ٥ : الخصائص المطلوبة في أداة قطع

أداة القطع هي العامل الأكثر أهمية في إتمام عملية القطع وكذلك في تكوين تكلفة القطع. ففي بداية الثورة الصناعية استخدم الصلب الكربوني لصنع أدوات القطع. و نظراً لفقدانه الصلادة عند ٢٠٠°م، فقد كان من غير الممكن القطع بسرعة قطع وسرعة تغذية عاليتين مما لا يتيح الحصول على أسطح ناعمة وعلى إنتاجية كبيرة. تم في بداية القرن الماضي تم تطوير صلب سبائكي يعتمد على الكروم والنيكل كعناصر سبائكية أساسية ، يفقد صلابته عند ٦٠٠°م مما أتاح عند استخدامه لصنع أدوات القطع إمكانية القطع بسرعات عالية ولذا أطلق عليه أسم الصلب سريع القطع. وفي ثلاثينيات القرن الماضي طورت الكرييدات واستخدمت لصنع حدود قطع (لقم Inserts) تركب عبر اللحام أو الربط بمسامير على سطح الأسفين المصنوع من صلب كربوني. تحافظ الكرييدات على صلابتها حتى درجة ٩٠٠°م ولذا تمكن من الحصول على أسطح ناعمة وتخفيض من زمن القطع وتضمن عمراً أطول للأداة. تحققت هذه المزايا على نحو أفضل بتطوير السيراميك في ستينات القرن الماضي والذي يفقد صلابته عند ١٢٠٠°م. تستخدم تكنولوجيا المساحيق في صنع اللقم الكريديّة من مساحيق الكرييدات (الكرييد هو كربون + عنصر، مثل كرييد التنجستن، كرييد التيتانيوم، إلخ) واللقم السيراميكية من مسحوق أكسيد الألومنيوم. الجداول (٢.٣) ، (٤.٣) ، (٦.٣) توضح التركيب الكيميائي لمواد القطع المختلفة .

حدثت كذلك تطورات عديدة في تصميم الأدوات، منها استخدام اللقم كحدود قطع مستقلة وكذلك تحسين تصميم الأدوات فيما يخص مجاري إخراج الرأش ومجاري تكسير الرأش، توفير متانة أعلى للساق وتغييرات في شكل الساق تضمن سرعة وآلية فك وتركيب الأدوات.



(ب)

(أ)

الشكل (٦.٣) : سكينّة تفريز قديمة (أ) وأخري حديثة (ب).

من الشكل (٣ - ٦) والذي يوضح مقارنة بين سكينه تفريز استخدمت في عام ١٨٧٠م وأخرى حديثة يتضح التطور الكبير في تصميم الأدوات.

يمكن حصر الخصائص التي يطلب توفرها في أدوات القطع فيما يلي:

- المتانة لتحمل الضغوط الناتجة من عملية القطع والاصطدام بالشغلة.
- صلادة السطح العالية لمقاومة الاحتكاك الناتج من انسياب الرأش.
- الصلادة العالية لضمان التغلغل في مادة الشغلة وإحداث واستمرار القطع.
- تحمل الحرارة العالية لضمان عدم فقدان الصلادة أثناء القطع وبالتالي ازدياد التآكل

كلما ازداد تحمل مادة الحد القاطع للحرارة، كلما أمكن:

- زيادة سرعة التغذية، مما يضمن تقليل زمن الإنتاج عبر تقليل زمن القطع.
- زيادة سرعة القطع، مما يضمن الحصول على سطح ناعم.
- تشغيل مواد ذات صلادة عالية مثل الصلب عالي الكربون والزهر الأبيض.

ولذا تجد حدود القطع السيراميكية والكربيدية استخداماً واسعاً لاحتفاظها بصلادتها عند ارتفاع درجة الحرارة أثناء القطع.

زاوية الجرف الجانبية	زاوية الجرف	زاوية الخلوص	زاوية الخلوص الجانبية	مادة الشغلة
8 - 10	0 - 7	6 - 8	7 - 9	صلب سبائككي، صلب عالي الكربون، صلب لا يصدأ
8 - 12	0 - 12	8 - 10	8 - 10	صلب كربوني SAE ١٠٤٥
10 - 14	0 - 14	7 - 9	7 - 9	صلب كربوني SAE ١١١٢
10 - 16	0 - 14	7 - 9	7 - 9	صلب كربوني SAE ١٣٣٥
8 - 10	0 - 10	7 - 9	7 - 9	صلب كربوني SAE ٣١٣٥
8 - 10	0 - 8	7 - 9	7 - 9	صلب كربوني SAE ٦١٤٠
8 - 12	0 - 5	6 - 8	8 - 10	زهر رمادي
15	0	14	12 - 14	ألومونيوم
4 - 6	0	8 - 10	8 - 10	برونز
12 - 20	0 - 16	12 - 14	12 - 14	نحاس
0 - 8	0	6 - 10	8 - 10	سبائك نحاس صلبة
0 - 10	0 - 2	8 - 12	10 - 12	سبائك نحاس طرية

SAE = Society of automotive Engineers

جمعية مهندسي السيارات (جمعية أمريكية)

الجدول (٣ - ١) : اختيار زوايا أداة القطع من الصلب سريع القطع.

التركيب الكيميائي %						AISI Type
كوبلت Co	فاناديوم V	مولبدينيوم Mo	تنجستن W	كروم Cr	كربون C	
مجموعة المولبدينيوم كعنصر سبائكي رئيسي						
	1	8.5	1.5	4	0.85	M1
	2	5	6	4	1.05	M2
	2	8.75	1.75	4	1	M7
8	1.15	9.5	1.5	4	0.9	M 33
8	1.15	9.5	1.5	3.75	1.1	M 42
مجموعة التنجستن كعنصر سبائكي رئيسي						
	1		18	4	0.75	T1
8	2		18	4	0.8	T5
5	2		14	4	0.75	T8
5	5		12	4	1.5	T 15

الجدول (٣ - ٢) : التركيب الكيميائي لبعض أنواع الصلب سريع القطع.

زاوية الجرف الجانبى	زاوية الجرف	زاوية الخلوص	زاوية الخلوص الجانبى	مادة الشغلة
10 - 20	0 - 10	6 - 10	6 - 10	سبائك ما غنيسيوم والومونيوم
15 - 20	0 - 4	6 - 8	6 - 8	نحاس
8 - 5	0 - 5	6 - 8	6 - 8	براس و برونز
6 - 7	0 - 7	5 - 8	5 - 8	زهر
				صلب منخفض الكربون حتى SAE ١٠٢٠
6 - 7	0 - 7	5 - 10	5 - 10	صلب كربوني من SAE ١٠٢٥ وأعلى
6 - 7	0 - 7	5 - 8	5 - 8	صلب سبائكى
6 - 7	0 - 7	5 - 8	5 - 8	صلب سبائكى - لا يصدأ (أوستيتى)
6 - 7	0 - ٧	5 -- 10	5 -- 10	صلب سبائكى - لا يصدأ (قابل للتصليد)
6 - 7	0 - 7	5 - 8	5 - 8	

الجدول (٣ - ٣) : اختيار زوايا أداة القطع الكريبيدية

النوع	اللون	التركيب الكيميائي			مادة الشغلة	نوع العملية
		تتجستن %	تيتانيوم %	كوبلت %		
P10	أزرق	97		3	صلب وصلب مسبوك	تشطيب
P20		94		6	صلب وصلب مسبوك وزهر لدن	تشطيب
P50		92		8	صلب وصلب مسبوك	استقراب
M10	أصفر	85	5	10	صلب، زهر لدن، زهر رمادي	استقواب
M20		78	14	8	صلب، عالي الكربون، زهر رمادي	استقراب وتشطيب
M40		79	15	6	صلب طري ومعادن غير حديدية	تشطيب
K10	أحمر	66	30	4	زهر رمادي صلد، غير حديدية	استقراب
K20		45	50	5	زهر رمادي صلد، غير حديدية	استقراب وتشطيب
K40		34	60	6	معادن غير حديدية، م غير معدنية	تشطيب

الجدول (٣ - ٤): التركيب الكيميائي لبعض أنواع اللقم الكربيدية واستخداماتها.

زاوية الجرف الجانبى	زاوية الجرف	زاوية الخلوص	زاوية الخلوص الجانبى	مادة الشغلة
8 - 20	8 - 20	7	7	صلب
8	8	5	5	صلب مسبوك
4	0	5	5	زهر
4	4	5	5	برونز
8 - 20	8 - 20	7	7	صلب مقاوم للصدأ

الجدول (٣ - ٥): اختيار زوايا أداة القطع المصنوعة من الأسيتيت.

التركيب الكيميائي %			العنصر
أستيليت ١٠٠	السبيكة ٥٢٥	TX - 90	
41.5 - 43.5	40 - 45	42 - 45	الكوبلت
max 1.5	1 -- 7	1 -- 7	النيكل
32.75 - 34.25	25 - 30	27 - 32	الكروم
18.25 - 19.25	16 - 21	14 - 19	التنجستن
1.85 - 2.05	2 -- 4	2 - 4	الكربون
	3 -- 8	2 -- 5	الكولومبيوم
max 0.75	1 -- 3	1 -- 3	المنجنيز
max 2	2 -- 5	2 -- 5	الحديد
0.4 - 0.6	0.3 - 0.7	0.3 - 0.7	السيلكون
0.85 - 1.05			البورون

الجدول (٣ - ٦): التركيب الكيميائي لحدود القطع المصنوعة من الأستيليت

٦.٣ : تلف الأدوات Tool wear

تتعرض أدوات القطع لأنواع متعددة من التلف يمكن تقسيمها إلى مجموعتين:

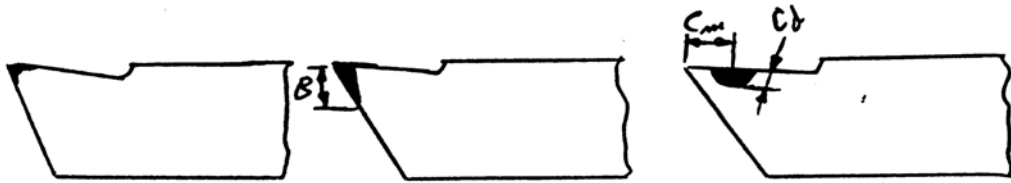
الأولى: تلف لا يمكن معالجته:

- الكسر بسبب تولد قوة كبيرة عند قطع أسطح صلبة أو الاصطدام بالشغلة.
- التشقق بسبب تولد إجهادات ناتجة عن اختلاف معامل التمدد الطولي بين الساق والحد القاطع أو إجهادات ناتجة من لحام الحد القاطع على الإسفين.
- فقدان الصلادة وتحدث بسبب عدم جودة التزليق والتبريد مع ارتفاع درجة الحرارة المتولدة

- التفتت ويحدث للقم الكريبدية بسبب انتقال الكربون منها إلى الصلب أو إليها من الزهر وذلك في ظروف قطع معينة.

الثانية: تلف يمكن معالجته:

- التآكل الاحتكاكي وتوجد منه عدة أنواع منها:
 - تلف المساحة الحرة Flank wear land ويحدث لصغر زاوية الخلوص.
 - تلف المقدمة أي تحولها من حادة إلى مستديرة بسبب الاحتكاك مع الشغلة.
 - تلف سطح الرأش Wear Crater يحدث بسبب الاحتكاك مع الرأش .
- الشكل (٧ . ٣) يوضح أنواع التلف الاحتكاكي.



الشكل (٧ . ٣) : أنواع التلف الاحتكاكي.

توجد حدود معينة، عند بلوغها بسبب التآكل الاحتكاكي، يجب إعادة تجليخ الأداة. مثلاً B في الخراطة تقع ما بين ١,٢ إلى ١,٦ ملم لحدود القطع المربوطة. و C_d / C_m ٠,٢٥ إلى ٠,٣ لحدود القطع المصنوعة من الصلب سريع القطع.

سيتم تناول عمليات إعادة شحذ أدوات القطع في التدريبات العملية.

٧.٣: عمر الأداة Tool life

يقصد بعمر الأداة الفترة الزمنية التي تكون فيها الأداة في حالة قطع بين عمليتي إعادة شحذ. أي أن زمن الاحتفاظ بالأداة بالمخزن لا يحسب ضمن عمرها، بل الوقت الذي تكون فيه الأداة مشاركة في عملية قطع. يعطى عمر الأدوات بفترات مثل ٣٠، ٦٠، ٩٠، ١٢٠، ١٨٠، حتى ٤٨٠ دقيقة. تعتبر سرعة القطع أهم المؤثرات على عمر الأداة. يحسب عمر الأداة بالقانون:

$$V.T^n = C$$

حيث:

V	سرعة القطع.
T	عمر الأداة بالدقيقة.
C	ثابت يرمز إلى سرعة القطع التي تعطي عمر أداة = دقيقة واحدة.
n	ميل منحنى عمر الأداة وسرعة القطع وتختار قيمتها تبعاً لمادة الحد القاطع.

مادة الأداة	صلب سريع القطع	كربيد	سيراميك
n	0.5 – 0.1	0.25 – 0.2	١ – 0.6

٧.٣.١: أمثلة على عمر الأداة

مثال (١):

عند خراطة قضيب من الصلب قطره ٢ بوصة استخدمت سرعة دوران تساوي ٢٨٤ لفة / دقيقة وحدث تلف استدعى تغيير الأداة بعد ١٠ دقائق. غيرت سرعة الدوران إلى ٢٣٢ دورة / دقيقة وحدث التلف بعد ٦٠ دقيقة.

بافتراض علاقة خطية بين سرعة القطع وعمر الأداة، ما هي سرعة القطع التي تضمن عمراً للأداة يبلغ ٣٠ دقيقة؟ وما هي سرعة الدوران حينئذ؟

الحل:

نحدد في البداية سرعة القطع تبعاً لقطر الشغلة وسرعة الدوران

$$V_{10} = \pi d n / 12 = \pi(2) (284) / 12 = 149 \text{ f/min}$$

$$V_{60} = \pi d n / 12 = \pi(2) (232) / 12 = 122 \text{ f/min}$$

حسب المعادلة (١) في الصفحة السابقة فإن

$$V_1 T_1^n = V_2 T_2^n = C$$

$$V_1 / V_2 = (T_2 / T_1)^n$$

$$149 / 122 = (60 / 10)^n$$

$$1.22 = 6^n \quad n = 0.11$$

$$C = VT^n = 149 (10)^{0.11} = 149 (1.288) = 192$$

$$V T^{0.11} = 192$$

$$V_{30} = 192 / (30)^{0.11} = 192 / 1.455$$

$$V_{30} = 132 \text{ fpm} \text{ (قدم / دقيقة)}$$

أي أن سرعة القطع التي تضمن تحقيق ٣٠ دقيقة عمرا للأداة تبلغ ١٢٢ قدم / دقيقة.

حساب سرعة الدوران

$$n = 12 v / \pi d = (12)(122) / \pi(2) \quad n = 233 \text{ دورة / دقيقة}$$

في المثال الأول تم مراعاة تأثير سرعة القطع فقط على عمر الأداة ولتحديد تأثير عمق القطع وسرعة

التغذية على عمر الأداة يستخدم القانون:

$$K = V \cdot T^n \cdot f^{n1} \cdot d^{n2}$$

حيث:

$$K \text{ ثابت التناسب} \quad ٠,٥ - ٠,٨$$

$$f \text{ سرعة التغذية} \quad ٠,٢ - ٠,٤$$

$$d \text{ عمق القطع}$$

$$n_1 \text{ أس التغذية وتختار قيمته من } ٠,٥ \text{ و حتى } ٠,٨$$

$$n_2 \text{ أس عمق القطع وتختار قيمته من } ٠,٢ \text{ و حتى } ٠,٤$$

مثال (٢):

- عند تشغيل صلب AISI 2340 بأداة من صلب سريع القطع، حصلنا على المعادلة

$$2.035 = VT^{0.13} f^{0.77} d^{0.37}$$

والتي حققت عمراً للأداة بلغ ١٠٠ دقيقة عند استخدام سرعة قطع = ٧٥ قدم / دقيقة و عمق قطع

٠,١ بوصة و سرعة تغذية = ٠,١٢٥ بوصة / دورة.

احسب الأثر على عمر الأداة عندما:

(١) تزيد سرعة القطع بمقدار 20%

(٢) تزيد سرعة التغذية بمقدار 20%

(٣) يزيد عمق القطع بمقدار 20%

(٤) يزيد الثلاثة في نفس الوقت بمقدار 20%

الحل:

(١) لتحديد التغير في سرعة القطع عندما تزيد بنسبة 20%

$$V = 1.2 \times 75 = 90 \text{ (f / min)}$$

$$T = K / V f^{n1} d^{n2} = 2.035 / 90 (0.0125)^{0.77} (0.1)^{0.37}$$

$$= 2.035 (0.034) (0.426) = 1.56$$

$$T = 1.56^{1/0.13} = 1.56^{7.7}$$

$$= 31 \text{ min}$$

يلاحظ أن التأثير على عمر الأداة تأثير كبير.

(٢) لتحديد التغير في سرعة التغذية عندما تزيد بنسبة 20%

$$f = 0.0125 \times 1.2 = 0.015 \text{ ipr (بوصة / دورة)}$$

$$T^{0.13} = 2.035 / 75 (0.015)^{0.77} (0.1)^{0.37} = 2.035 / 75 (0.038) (0.426)$$

$$T = (1.67)^{7.7} = 31 \text{ min}$$

يلاحظ أن تأثير الزيادة في سرعة التغذية تأثير أقل من تأثير التغير في سرعة القطع.

(٣) لتحديد التغير في عمق القطع عندما يزيد بنسبة 20%

$$d = 1.2 \times 0.1 = 0.12 \text{ in}$$

$$T^{0.13} = 2.035 / 75 (0.0125)^{0.77} (0.12)^{0.37} = 2.035 / 75 (0.034) (0.456)$$

$$T = (1.745)^{7.7} = 73 \text{ min}$$

يلاحظ أن التأثير قليل مقارنة بتأثير الزيادة في سرعة القطع.

(٤) لتحديد عمر الأداة عندما تزيد كل من ظروف القطع بنسبة 20%

$$V = 90 \text{ fpm}, \quad S = 0.014 \text{ ipr}, \quad d = 0.12 \text{ mm}$$

$$T = K / VS^{n1} d^{n2} = 2.035 / 90 (0.0125)^{0.77} (0.1)^{0.37}$$

$$T^{0.13} = 2.035 / 90 (0.038) (0.456) =$$

$$T = (1.3)^{7.7} = 7.5 \text{ min}$$

يلاحظ أن تأثير تغير سرعة القطع والتغذية وعمق القطع معا ، تأثير كبير جدا ، فقد نقص عمر الأداة.

١٠٠ إلى ٧,٥ دقيقة ، لذا يجب اختيار ظروف القطع بعناية فائقة.

تمارين:

- (١) ما المقصود بزوايا الأداة؟
- (٢) ما هي أسباب تنوع زوايا الأداة؟
- (٣) ما هي المكونات الرئيسية لأداة قطع؟
- (٤) اذكر أمثلة لاختلافات أشكال مكونات أدوات القطع مع ذكر سبب الاختلاف.
- (٥) ما هو دور زاوية الجرف γ ؟
- (٦) ما هو دور زاوية الجرف الجانبي λ ؟
- (٧) ما هو دور زاوية الخلوص α والخلوص الجانبي α_s ؟
- (٨) ما هو دور زاوية الأداة β ؟
- (٩) ما هو دور زاوية المقابلة χ ؟
- (١٠) وضح بالرسم قلم خراطة مبينا مكوناته الأساسية والأسطح المختلفة للأسفين.
- (١١) كيف ومما تصنع اللقم الكربيدية؟
- (١٢) كيف ومما تصنع اللقم السيراميكية؟
- (١٣) اذكر ما يحتويه رمز قلم خراطة من معلومات.
- (١٤) ما هي أهم الخصائص المطلوب توفرها في أداة قطع.
- (١٥) تحدث عن المواد التي تصنع منها أدوات القطع حسب ترتيب تحملها للحرارة.
- (١٦) أجب بـ (صواب) أو (خطأ):
 - أ) يحقق استخدام حدود قطع من الصلب الكربوني ربحاً نسبة لرخص ثمنه.
 - ب) يحدث تفتت للقم السيراميكية عند استخدامها لتشغيل الصلب عالي الكربون.
 - ج) يشترط توفر صلادة عالية لساق الأداة
 - د) أحد مهام زاوية الجرف الجانبي هو تحقيق شكل الانتقال من سطح لسطح.

(١٧) اختر الإجابة الصحيحة

- أ) يشترط توفر صلادة عالية في مادة الحد القاطع لتحقيق نعومة سطح عالية للشغلة مقاومة كافية لقوى القطع تغلغل الأداة في مادة الشغلة
- ب) تنحصر مهمة زاوية الجرف الجانبي في تحقيق سهولة القطع تقليل الاحتكاك مع الشغلة سهولة انسياب الرأش
- ج) تنحصر مهمة زاوية الخلوص في تحقيق سهولة القطع تقليل الاحتكاك مع الشغلة تقليل الاحتكاك مع الرأش
- د) يشترط توفر متانة عالية لأداة القطع بهدف تحمل الاحتكاك مع الشغلة ضمان التغلغل في مادة الشغلة تحمل الاصطدام بالشغلة

(١٨) علل ما يلي :

- أ) اشتراط الصلادة العالية لمادة الحد القاطع.
- ب) تضمن أدوات القطع الكربيدية إنتاجية عالية.
- ت) وجود مكسرات رايش بأسطح الإسفين.
- ث) تسمية حدود القطع من أحد أنواع الصلب السبائكي "بالصلب سريع القطع".

(١٩) اذكر أنواع التلف التي لا يمكن معالجتها.

(٢٠) اذكر أنواع التلف الاحتكاكي.

(٢١) اشرح العلاقة بين الحرارة المتولدة ، صلادة الحد القاطع وتلف الأدوات.

(٢٢) عرف عمر الأداة.

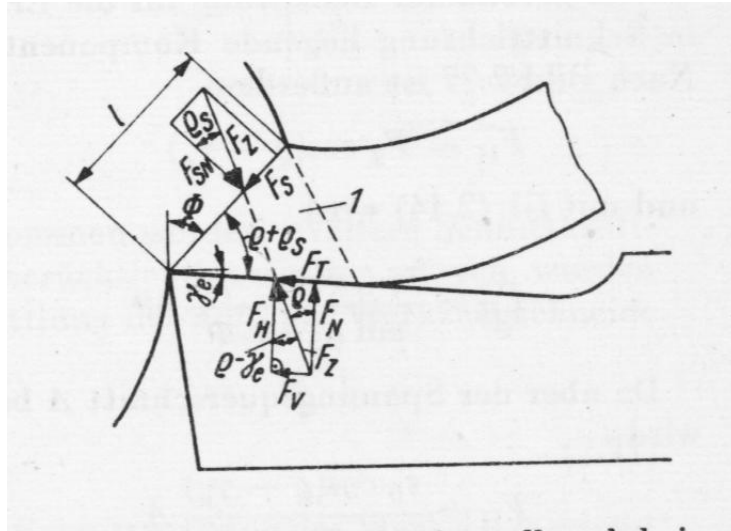
(٢٣) اشرح العلاقة بين عمر الأداة وتكلفة الإنتاج.

(٢٤) اشرح العلاقة بين عمر الأداة و الإنتاجية.

الفصل الرابع : قوى القطع Cutting forces

٤ - ١ : مقدمة :

قوة القطع الكلية F_Z هي محصلة القوة الضرورية لتعدي مقاومة المعدن للقص F_s والقوة الناتجة عن احتكاك الرأش والشغلة بأداة القطع F_{SN} . يتضح أن العاملين الرئيسيين في تحديد مقدار قوة القطع هما نوع مادة الشغلة وزوايا الأداة وبالأخص زاوية الجرف والتي تحدد مقدار زاوية ميل مستوي القص Φ ، زاويتي الخلوص والجرف الجانبي اللتين تؤثران في مقدار الاحتكاك. الشكل (٤ - ١) يوضح القوى المذكورة واتجاهات تأثيرها.



الشكل (٤ - ١) : نشوء قوة القطع

إن تحديد قوة القطع ضروري من أجل:

(ت) حساب قدرة الآلة و بالتالي اختيار الآلات المناسبة لورشة أو مصنع ما ، وكذلك معرفة الآلة المناسبة لتنفيذ عملية تشغيل معينة.

(ب) تصميم أدوات القطع بمتانة كافية لتحمل القوى التي ستتعرض لها أثناء القطع.

(ج) تصميم آلات القطع بجساءة كافية لتحمل القوى والاهتزازات الناتجة.

(د) تصميم مثبتات الشغلات (Fixtures) وخاصةً لعمليات التفريز بحيث تقوم بتثبيت الشغلة بقوة لا تسمح بتحريكها تحت تأثير قوى القطع.

يجب ملاحظة أن قوة القطع غير ثابتة بسبب تأثير عوامل مثل حدوث تلف بالأداة ، تواجد اهتزازات ناتجة عن آلات مجاورة ، تواجد مناطق مختلفة الصلادة بأسطح الشغلات المسبوكة وتكون حد قاطع إضافي.

لذا يجب ووضوح احتياطات لتلك الزيادة المتوقعة في قوة القطع عند تصميم أدوات القطع ومثبتات الشغل.

٢.٤: حساب قوة القطع Calculation of cutting force

يعتمد حساب القوة على فكرة تحديد قوة القطع النوعي، أي القوة الضرورية لقطع ١ ملم^٢ وضربها في مساحة مقطع الجزء المطلوب قطعه. وقد قام عدة علماء مثل Richter, Kronenberg, Taylor, Merchant and Kinziele بتحديد قيمة القطع النوعي لمواد مختلفة وذلك في تجارب عملية يتم فيها استخدام نفس ظروف القطع، أي نفس سرعة القطع، سرعة التغذية، سمك وعرض الرايش، مادة الحد القاطع، زوايا الأداة، تبريد وتزليق.

تبعاً لـ Kinziele يتم حساب قوة القطع كما يلي:

$$F_c = b \cdot h \cdot k_s$$

$$k_s = k_{s.1.1} / h^z = (3 - 5) \sigma_s$$

حيث:

b هي عرض الرايش بالملم. h هي سمك الرايش بالملم

$k_{s.1.1}$ هي قوة القطع النوعي عندما سمك الرايش = ١ ملم وعرض الرايش = ١ مم

z هي معامل يخص ظروف القطع.

σ_s هي مقاومة الشد

تؤخذ قيم $k_{s.1.1}$ و z من الجدول (٤ - ١)

مادة الشغلة	الصلابة أو الصلادة [kp * mm ⁻²]	Z	K □ kp * mm ⁻²
صلب طري ٤٢	50	0.17	176
صلب طري ٥٠	52	0.26	199
صلب طري ٦٠	62	0.17	211
صلب عالي الكربون ٤٥C,45 ck	67	0.14	222
صلب عالي الكربون ٦٠C,60 ck	77	0.18	213
صلب سبائك 16Mn Cr 5	77	0.26	210
صلب سبائك 18Cr Ni 6	63	0.3	225
صلب سبائك 34Cr Mo 4	60	0.21	224
صلب سبائك 42 Cr V 4	73	0.25	250
صلب سبائك 55 NiCrMoV 6	94	0.24	174
55NiCrMoV 6 معالج	HB 352	0.24	192
صلب مقاوم للصدأ	60 - 70	0.18	255
صلب منجنيزي صلد		0.22	332
صلب سبائك ٤٥	30 - 50	0.17	160
زهر أبيض	Rc 46	0.19	205
زهر رمادي ١٥ -	hB 200	0.2	95
زهر رمادي ٢٥	HB 200	0.25	116
نحاس أحمر		0.24	65
نحاس أصفر	HB80 - 120	0.19	78
الومونيوم مسبوك	HB30 - 42	0.24	65

10N/mm² كيلو باوند على المليمتر مربع وتساوي 10N/mm²

الجدول (٤ - ١): قوة القطع النوعي عند خراطة معادن مختلفة.

ملاحظات على استخدام الجدول ٤ - ١:

لمراعاة اختلاف ظروف القطع في أي عملية تشغيل عنها في تجارب تحديد قوة القطع النوعي، يجب ضرب قوة القطع المتحصل عليها في:

١,٢ - ١,١ مراعاة تأثير زيادة زاوية الجرف عن ستة درجات في حالة تشغيل صلب و ٢ درجة عند تشغيل الزهر

٠,٩ عند استخدام أداة قطع كربيدية (استخدم في تجارب الجدول أعلاه صلب سريع القطع)
١,٣ - ١,٥ تبعاً لمدي تلف أداة القطع (استخدم في تجارب الجدول أعلاه أداة قطع جديدة)
١,٢ - ١,١ عندما تقل سرعة القطع عن القطع ١٢٥ م/دقيقة والتي أجريت عندها التجارب

٢.٤: حساب قدرة القطع Calculation of machine power

تُحسب قدرة القطع P_c بالقانون $P_c = F_C \cdot V / 102 \cdot 60$ [kw]

حيث:

V سرعة القطع [m / min] F_C المركبة المماسية لقوة القطع [N]

القسم على ٦٠ تهدف لتحويل الدقيقة لساعة وعلى ١٠٢ لتحويل النيوتن إلى وات.

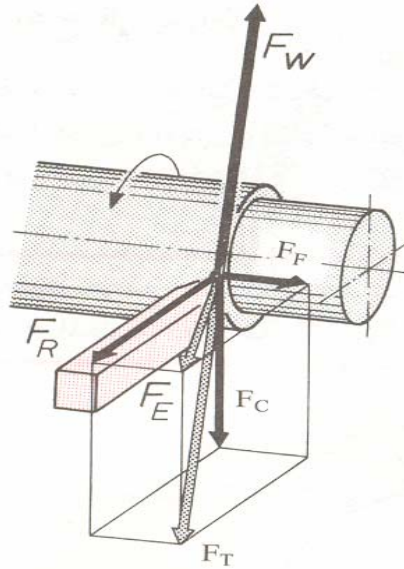
نتيجة لضياح جزء من قدرة الآلة في تحريك أجزائها وفي الاحتكاك الذي ينتج بينها، فإن قدرة الآلة يجب أن تكون أكبر من قدرة القطع. لذا فإن قدرة الآلة تحسب بمراعاة معامل استغلال القدرة η (إيتا) كما يلي:

$$P_{\text{motor}} = P_c / \eta \quad [\text{kw}]$$

تختار قيمة η بين ٠,٧ إلى ٠,٩ تبعاً لعمر الآلة ومستوى صيانتها.

٤.٤: مركبات قوة القطع Cutting force components

يتضح من الشكل (٤ - ١) أن قوة القطع الكلية F_T تؤثر على سطح الأداة بزاوية غير قائمة، أي يمكن تحليلها إلى ثلاثة مركبات تعمل في ثلاثة اتجاهات متعامدة على بعضها البعض. الشكل (٤ - ٢) يوضح الاتجاهات الثلاثة والتي تنتج من تحليل القوة الكلية F_T إلى F_C و F_E ثم تحليل F_E إلى F_F و F_R .



الشكل (٤ - ٢): مركبات قوة القطع

حيث:

F_C هي المركبة المماسية (tangential component) وتشكل تقريباً ٦٧% من قوة القطع الكلية. تعمل هذه القوة على حني القلم إلى أسفل ورد فعلها يعمل على دفع الشغلة لأعلى. لذا يجب توفر متانة كافية في أداة القطع ويجب أن لا تبرز كثيراً من حامل القلم ويجب أن يكون تثبيت الشغلة كافياً لمنع فك الشغلة أو اهتزازها.

F_R هي المركبة القطرية (radial component) وتشكل ٢٧% من قوة القطع الكلية. تعمل هذه القوة على دفع أداة القطع بعيداً عن الشغلة ورد فعلها يمكن أن تتحني الشغلة. الشغللات ذات الطول الحرج أي التي طولها $12 <$ قطرها يمكن أن تحني تحت تأثير هذه المركبة ولذا يجب إسناد الشغلة بالقرب من منطقة القطع وذلك باستخدام مسند متحرك (خناقة متحركة) أو مسند ثابت (steady or follower rest).

F_F هي المركبة المحورية (axial component) وتشكل ٦% من قوة القطع الكلية. تعمل هذه القوة على إعاقة تقدم أداة القطع ورد فعلها يعمل على فك الشغلة من تثبيتها.

٥.٤ : العوامل المؤثرة على قوى القطع Factors affecting the cutting force

هناك عوامل كثيرة تؤثر على قوى القطع يمكن إيجازها فيما يلي:

- (أ) عند زيادة عمق القطع تزيد المركبة المماسية لقوة القطع.
- (ب) عند زيادة سرعة التغذية تزيد المركبة المماسية.
- (ت) عندما تزيد زاوية الجرف تنقص كل مركبات قوة القطع.
- (ث) عند زيادة زاوية الخلوص يقل الاحتكاك ، و بالتالي تقل قوى القطع.
- (ج) عند زيادة سرعة القطع ترتفع درجة الحرارة وبالتالي يقل معامل الاحتكاك بين الشغلة والرائش وأداة القطع مما ينقص من قوة القطع الكلية.
- (ح) عند استخدام تزيق يقل الاحتكاك وبالتالي تقل قوة القطع الكلية
- (خ) المواد ذات مقاومة القص العالية تزيد من قوة القطع الضرورية لتنفيذ عملية القطع.

تمارين:

- (١) اشرح كيفية نشوء قوة القطع.
- (٢) ما هي ضرورة تحديد قوى القطع؟
- (٣) ما هي أسباب عدم ثبات قوة القطع؟
- (٤) اذكر القانون المستخدم لحساب قوة القطع مبيناً رموز القانون.
- (٥) ما هي مركبات قوة القطع؟ وما هي نسبها المئوية في القوة الكلية؟
- (٦) ما هي العوامل المؤثرة على قوة القطع؟
- (٧) وضح تأثير زاوية الجرف على قوة القطع.
- (٨) وضح تأثير سرعة القطع على قوة القطع.
- (٩) وضح تأثير التبريد والتزليق على قوة القطع.
- (١٠) وضح تأثير زاوية الخلوص على قوة القطع.
- (١١) كيف يتم حساب قدرة القطع؟ وما هي ضرورة حسابها؟
- (١٢) أجب بصواب أو خطأ:
 - (أ) تعتبر المركبة المماسية أكبر مركبات قوة القطع الكلية.
 - (ب) تتسبب المركبة المحورية إلى انحناء الشغلة.
 - (ج) قوة القطع تبقى ثابتة طوال عملية التشغيل.
 - (د) يتم اختيار آلة القطع بناءً على قدرة القطع.
- (١٣) يراد خراطة قضيب من الصلب St 50 بسرعة قطع قدرها ٤٥ م / دقيقة وبمساحة مقطع رأس يساوي ٢,٤ مم^٢
 - قوة القطع النوعي $K_{s.1.1}$ تساوي ٢٠٠٠ نيوتن / مم^٢ . المطلوب حساب:
 - (أ) قوة القطع.
 - (ب) قدرة القطع .
 - (ت) قدرة الآلة عند معامل استغلال القدرة $\eta = ٠,٨$.



المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تقنية تشغيل

مقدمة

مقدمة

مقدمة الوحدة الثانية

تتبع أهمية طرق التشغيل من أنها المسؤولة عن تحقيق الجودة العالية المتمثلة في نعومة الأسطح ودقة الأبعاد عند تشطيب المسبوكات والمطروقات. كما تتبع أهميتها من مشاركتها في التكلفة الكلية للمنتج ومشاركتها في الزمن الكلي للإنتاج.

ونتناول في الوحدة الثانية مختلف طرق تشغيل المعادن مثل الثقب، الخراطة، التفريز، والتجليخ. وقد اشتملت تغطية كل طريقة تشغيل على: التعريف بالطريقة، تحديد أنواعها، استخداماتها، تركيبية آلة القطع، أمثلة الآلات الإنتاجية، ظروف القطع بها، طريقة حساب قوة و قدرة القطع، كيفية تحديد زمن القطع. كما تم شرح بعض العمليات التي تقوم بها كل طريقة تشغيل. وإعطاء أمثلة حسابية لتحديد قوة و قدرة القطع، وتحديد زوايا إمالة أداة القطع أو مسافة إبعاد الغراب المتحرك عند تشغيل السلسلة في الخراطة، وحسابات خاصة باللولبة، وحسابات ضبط دورات جهاز التقسيم بتفريز التروس.

إن الحديث عن طرق التشغيل يحوي كمية كثيرة من التفاصيل لا يمكن تغطيتها في الزمن المتاح في الجانب النظري وهو ساعة واحدة، لذا تم تناول الأساسي منها باختصار غير مخل بحيث يستطيع المتدرب مع التدريبات العملية التابعة لكل طريقة، تكوين صورة متكاملة عن أساسياتها. لا نستطيع القول بأن المتدرب مؤهل للقيام بعمليات التشغيل مباشرة عند تخرجه، ولكن نستطيع التأكيد بأنه مؤهل بقليل من الإشراف والتدريب في جهة عمله المستقبلية من استيعاب كل طريقة تشغيل حتى تلك التي لم يتم تناولها، مثل النشر، التسريب، الكشط والنطج.

إن التعرف الكافي على طرق التشغيل يستدعي الاهتمام الكبير بالتفاصيل التي سيتم تناولها في التدريبات العملية.

وقد قسمت الوحدة الثانية إلى أربعة فصول كما يلي:

- الثقب.
- الخراطة.
- التفريز.
- التجليخ.

وفي نهاية كل فصل تتوفر تدريبات نظرية أعطيت أجوبتها النموذجية في نهاية الوحدة.

الجدارة :

عند إكمال هذه الوحدة فإن المتدرب يستطيع التفريق بين طرق التشغيل المختلفة واختيار العملية المناسبة بظروف تضمن تحقيق جودة عالية للمنتج مع التكلفة المنخفضة للإنتاج.

الأهداف :

أن يتعرف الطالب على طرق التشغيل مثل الثقب، الخراطة، التفريز والتجليخ.
أن يتعرف الطالب على أنواع كل طريقة من طرق التشغيل.
أن يتعرف الطالب على ظروف القطع المناسبة لكل طريقة.
أن يتعرف الطالب على طرق حساب قوة القطع و زمن القطع بكل طريقة.

الوقت المتوقع للتدريب :

ثمان ساعات للتدريبات النظرية.
ثمان وأربعون ساعة للتدريبات العملية.

الوسائل المساعدة :

اتباع التعليمات المذكورة في كل تدريب نظري أو عملي.

متطلبات الجدارة :

إنهاء الوحدة الأولى من هذه الحقيقية.
ورشة التشغيل المجهزة بمختلف آلات تشغيل المعادن و أدوات القطع.

الفصل الخامس : الثقب Drilling

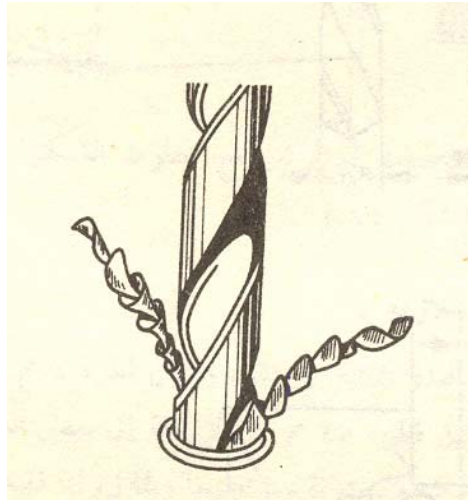
٥ - ١) مقدمة

يعتبر الثقب أحد الطرق التقليدية المهمة في تشغيل المعادن، ففتح ثقب في كتلة معدنية مصممة، أو توسيع ثقب (التخویش)، أو تنعيم ثقب (البرغلة)، وكذلك قطع لولب بداخل ثقب، عمليات لا يمكن تنفيذها، بالأخص للأقطار الصغيرة والأعماق الكبيرة، بطريقة أخرى غير الثقب. لتنفيذ عملية الثقب، أو توسيع وتنعيم ثقب أو لولبة الثقب، تقوم الأداة المناسبة لكل من العمليات السابقة بتنفيذ حركتين: الأولى هي حركة القطع الدائرية والثانية حركة التغذية المستقيمة (أي تقدم الأداة) بينما الشغلة دائماً ساكنة.

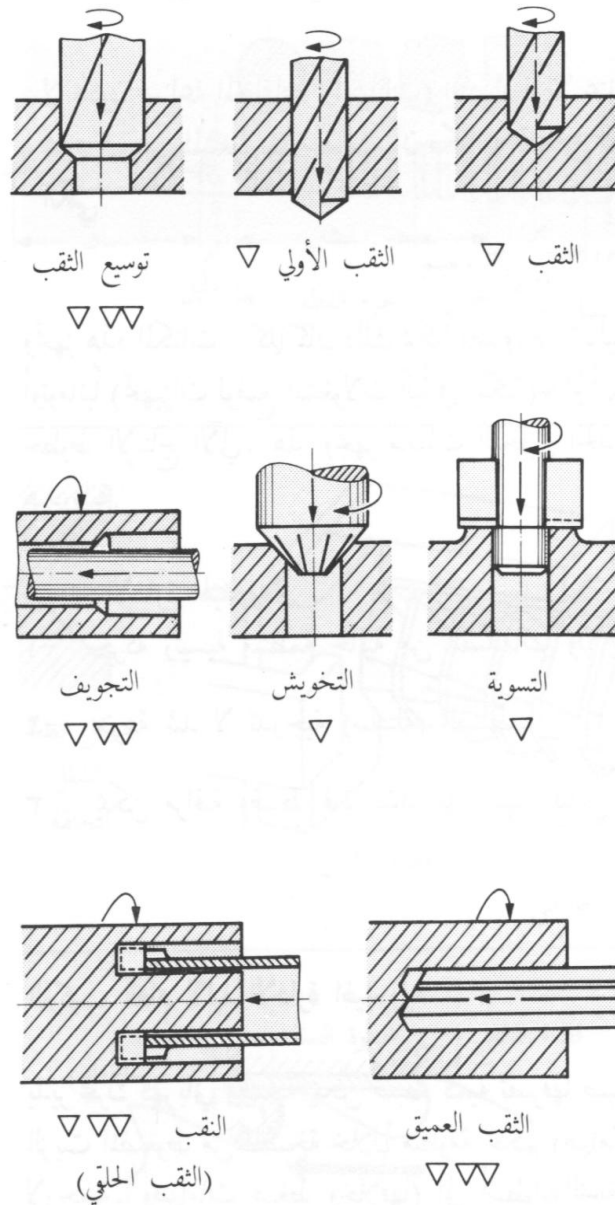
يلاحظ في الثقب وعملياته أن الأداة فقط هي التي تنفذ حركتي القطع ولا وجود للحركة الثالثة وهي حركة ضبط عمق القطع. فعمق القطع يحدد عندما يختار قطر المثقاب، فعمق القطع هو نصف قطر المثقاب.

الشكل (٥ - ١) يوضح عملية الثقب.

الشكل (٥ - ٢) يوضح الثقب Drilling وثقب نافذ وثقب غير نافذ وكذلك ثقب عميق وثقب حلقي. كما يوضح توسيع الثقوب Counter boring وعملياته المختلفة مثل التوسيع، التخویش، التسوية.



الشكل (٥ - ١): عملية الثقب.



الشكل (٥ - ٢) : أنواع عمليات الثقب

٥-٢) الثقب:

يحتاج للثقوب في القطع الهندسية لأغراض عدة منها: تنفيذ برشمة، للربط بمسامير ملولبة، للربط بخوابير أو بنوز، لتركيب محامل تستند عليها أعمدة، أو لرفع القطع، أو لتوفير مداخل للتزييت والتشحيم وغيرها. ولذا فإن الثقب أحد العمليات الواسعة الاستخدام في تشغيل المعادن.

١.٢.٥ (أداة الثقب) المثقاب

نتيجة لتنوع أشكال ومقاييس الثقوب تتنوع أدوات الثقب كثيراً.

وأكثرها استخداماً هو الـ Twist drill ويوجد في مقاييس قياسية بأقطار من ١ - ٦٠ ملم و مقاييس خاصة من ٠,١ - ٠,٨ ملم للثقوب صغيرة القطر. تختار زوايا الجرف الكبيرة للمعادن الطرية وزوايا الجرف الصغيرة للخامات الصلبة و الصلدة. الزاوية الأمامية تكون من ١١٦ إلى ١١٨° للصلب و الزهر، ١٢٠ إلى ١٢٥° لسبائك النحاس و ١٣٠ إلى ١٤٠° لسبائك الألومنيوم. زاوية اللولب تختار تبعاً لمعدن الشغلة (زاوية لولب كبيرة للخامات الطرية وصغيرة للخامات الصلبة).

الشكل (٥ - ٣) يوضح المثقاب الحلزوني وأجزائه المختلفة.

الساق المخروطي Taper shank : مهمته تحقيق التثبيت السريع للمثقاب في الطرف.

الأسفين Cutting part : يقع في منطقة المقدمة بالأداة ومهمته توفير مكان لتثبيت لقم

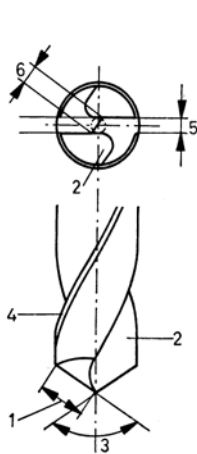
القطع الكريديّة.

مجري الرايش (Flute) : مهمته إخراج الرأش من داخل الثقب و تسهيل وصول سائل

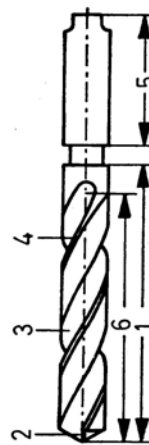
التبريد والتزليق لمنطقة القطع.

الدليل Magrin : مهمته ضمان استقامة المثقاب في الثقب ويتنوع عرضه تبعاً

لقطر المثقاب.



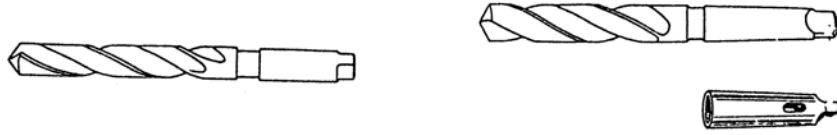
١. حد القطع
٢. مجرى الرأش
٣. زاوية الذنب
٤. الدليل
٥. القطر الداخلي
٦. حد الذنب



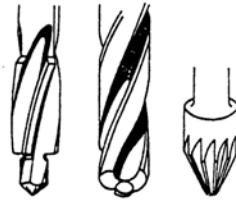
١. الساق
٢. حد القطع
٣. مجرى
- الرأش
٤. الدليل
٥. النصاب
٦. عمق الثقب

الشكل (٥ - ٣) : المثقاب الحلزوني.

. الشكل (٥ - ٤) يوضح أنواع عديدة من المثاقيب وموسعات الثقوب.



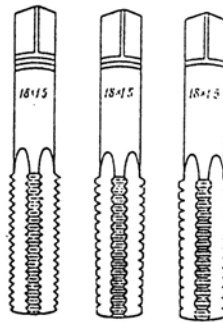
المثاقب



موسعات ثقوب



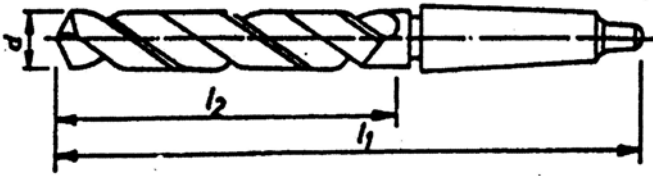
منعمات ثقوب



أدوات لولبة

الشكل (٥ - ٤): أمثلة لأنواع مختلفة من المثاقيب.

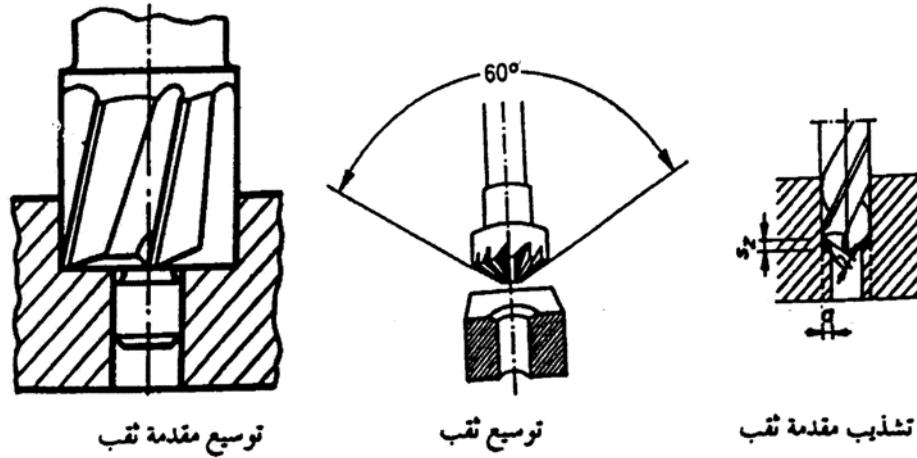
توجد مقاييس عديدة من النوع الواحد من أداة الثقب، للتمكن من تنفيذ كل ما يطلب من ثقب. الجدول (٥ - ١) يوضح مثالا للمقاييس المتوفرة من مثقاب حلزوني.

						
d_{h8}	l_1	l_2	d_{h8}	l_1	l_2	
5 5,3	133	52	21,25;21,4;21,5	248	150	
5,4;5,5;5,75	138	57	21,75;22;22,25			
5,8;6			22,5;22,75;23	253	155	
6,1;6,2	144	63	23,25;23,5	276	155	
6,4 bis 6,7			23,75;24;24,25	281	160	
6,75;6,8;7	150	69	24,5;24,75;25			
7,2;7,5			25,25;25,5			
7,75;7,8;8	156	75	25,75;26;26,25	286	165	
8,2 bis 8,5			26,5			
8,8;9 bis 9,2	162	81	26,75;27;27,25	291	170	
9,25;9,4;9,5			27,5;27,75;28			
9,75;9,8 bis 10,2	168	87	28,25;28,5			
10,25;10,3;10,5			28,75;29;29,25	296	175	
10,75;10,8			29,5;29,75			
11 bis 11,2;11,25	175	94	30			
11,4;11,5;11,75			30,25;30,5;30,75	301	180	
11,8			31;31,25;31,5	306	185	
12 bis 12,2;12,5	182	101	31,75			
12,7 bis 13,2			32;32,5;33	334	185	
13,25;13,4;13,5	189	108	33,5			
13,75;13,8;14			34;34,5;34,75	339	190	
14,25;14,5;14,7	212	114	35;35,5			
14,75;15			35,75;36;36,5	344	195	
15,1;15,2;15,25	218	120	37;37,5			
15,4;15,5;15,75			38;38,5;39	349	200	
16			39,5;39,75			
16,1;16,2;16,25			40			
16,45;16,5;16,7	223	125	40,5;41;41,5	354	205	
16,75;17			42;42,5			
17,1;17,2;17,25			43;43,5;44	359	210	
17,4;17,5;17,7	228	130	44,5;45			
17,75;18			45,5;45,75;46	364	215	
18,1;18,2;18,25			46,5;47;47,5			
18,45;18,5;18,7	233	135	48;48,5;49	369	220	
18,75;18,9;19			49,5;50			
19,1;19,25;19,4	238	140	50,5	374	225	
19,5;19,75;20			51 bis 53	412	225	
20,25;20,45			54 bis 56	417	230	
20,5;20,7;20,75	243	145	57 bis 60	422	235	
21;21,1						

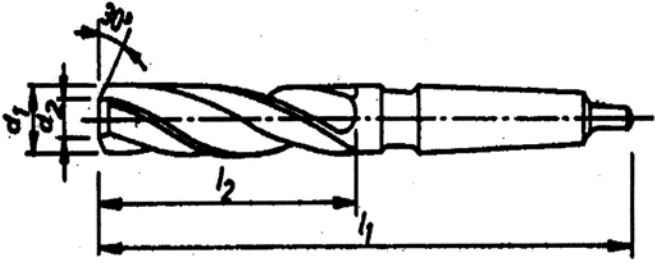
الجدول (٥ - ١) : مقاييس متنوعة للمثقاب الحلزوني.

٣.٥) توسيع الثقوب Counter Boring

يعتبر إنتاج ثقب واسع في كتلة مصممة عملية غير ممكنة ، لذا يجب تنفيذ ثقب صغير القطر ثم توسيعه لكي يصل للقطر المطلوب. يستخدم للتخویش (التوسيع) مخوش مخروطي بأقطار من ٨ - ٨٠ ملم وبزوايا متعددة مثلاً ٦٠° لإزالة الحواف، ٧٥° لتغطيس رؤوس البرشام وبزاوية ٩٠° لاستقبال رؤوس المسامير الغاطسة وبزاوية ١٢٠° لطرق رؤوس البرشام. يستخدم كذلك مخوش حلزوني له أربع مجاري حلزونية لأخراج الرأش، يمكن من خلال الحصول على ثقب عالي النعومة. هناك أيضا المخوش ذو الدليل الذي يضمن دقة التشغيل. سرعة التغذية بالتخویش أكبر منها في الثقب بمقدار ٣٠ - ٥٠ %. الشكل (٥ - ٥) يوضح أنواع عمليات توسيع الثقوب. والجدول (٥ - ٢) يوضح مقاييس متنوعة لأدوات توسيع الثقوب.



الشكل (٥ - ٥) : عمليات توسيع الثقوب.

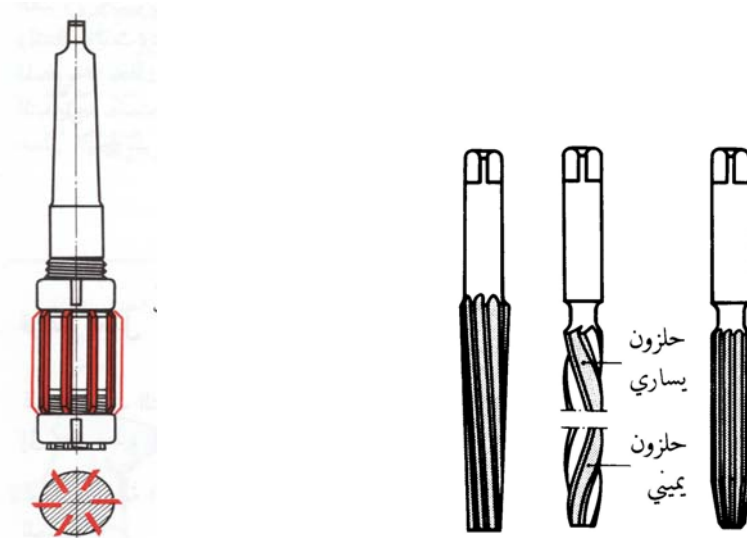


d_1 (h8)	d_2	l_1	l_2	MK	$\frac{MK}{\text{Lock-}\phi}$	d_1 (h8)	d_2	l_1	l_2	MK	$\frac{MK}{\text{Lock-}\phi}$
8,8; 9	5,8	162	81			6,2	32,5; 33			334	
9,8; 10	6,5	168	87			7	33,5	22			
10,8; 11	7,2	175	94	1		7,8	34				
12	7,8	182	101			8,5	34,5 - 35,5	23	339	190	
12,8; 13	8,4					9,2	36		344	195	
13,8; 14	9,1	189	108			9,8	36,5; 37	24			
14,25; 14,5	9,5					10,2	37,5	25			
14,75; 15	9,7	212	114			10,5	38 - 39		349	200	
15,25; 15,5	10,1	218	120			10,8	39,5; 40	26			
15,75; 16	10,4					11,2	40,5 - 42	27	354	205	
16,25; 16,5	10,7					11,5	42,5	28			
16,75; 17	11	223	125			11,8	43				
17,25; 17,5	11,4					12,2	43,5; 44	29	359	210	
17,75; 18	11,7	228	130			12,5	44,5; 45				
18,25; 18,5	12					12,8	45,5; 46	30			
18,75; 19	12,3	233	135	2		13,5	46,5; 47		364	215	
19,25; 19,5	12,7					13,8	47,5	31			
19,75; 20	13	238	140			14	48				
20,25; 20,5	13,6					14,5	48,5; 49	32	369	220	
20,75; 21	14	243	145			15	49,5; 50	33			
21,25 - 22		248	150								
22,25	15										
22,5 - 23		253	155	3		16					
23,25; 23,5		276				17					
23,75; 24	16	281	160								
24,25 - 25						18					
25,25 - 26	17	286	165								
26,25; 26,5	18					19					
26,75; 27		291	170	3		20					
27,25 - 28						21					
28,25 - 29	19					22					
29,25 - 30	20	296	175								
30,25 - 31		301	180								
31,25; 31,5	21	306									
31,75			185	4							
32											

الجدول (٢٠٥): أمثلة لمقاييس أدوات توسيع الثقوب

٤.٥) تنعيم الثقوب Reaming

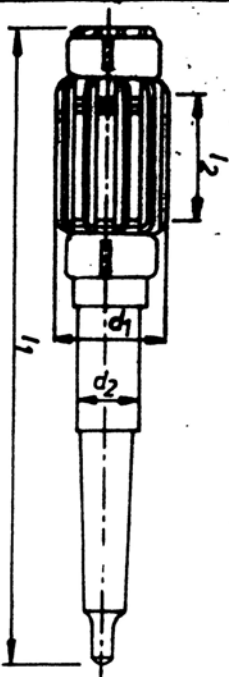
إن عمليات الثقب تحقق نعومة سطح تصل إلى ٠,٠٤ ملم ودقة أبعاد رتبته ضمن رتب التفاوت الثمانية عشرة هي IT 10 . ويرفع توسيع الثقوب من جودة الثقب ويحقق نعومة سطح تصل إلى ٠,٠٠٥ ملم ودقة أبعاد رتبته IT 8 . وللوصول لنعومة ودقة أبعاد أعلى من ذلك ، يجب تنفيذ عمليات تنعيم الثقوب والتي تمكن من الوصول لنعومة أسطح تبلغ ٠,٠٠١ ملم و دقة أبعاد رتبته IT 6 . تستخدم براغل ذات ٦ - ١٤ حاداً قاطعاً ، يقوم الجزء المخروطي منها بتنفيذ عملية القطع والجزء الأسطواني يقوم بصقل موضع القطع. يتم ترك مسافة ٠,٣ ملم للتنعيم ببراعل ثابتة و ٠,١ ملم عند استخدام براغل قابلة للضبط. يحسب عمق القطع بالعلاقة : $d = 0.005 \cdot D + 0.1 \text{ [mm]}$ الشكل (٥ - ٦) يوضح أمثلة لأدوات تنعيم الثقوب. والجدول (٥ - ٣) يوضح مقاييس متنوعة لنوع من أنواع البراعل.

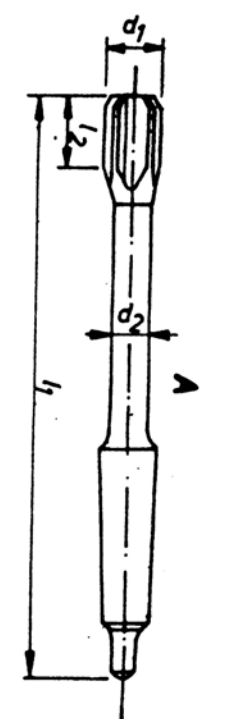


ب - برغل ذو قطر قابل للضبط

أ - برغل ثابت القطر

الشكل (٥ - ٦) : أدوات تنعيم الثقوب.

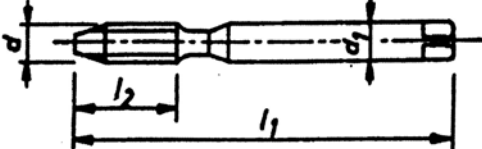
									
d_1	$d_2 (h9)$	l_1	l_2	MK	z				
22	12.5	300	45	1	1				
24; 25	14		48						
26; 27; 28	16	330	50	2	2				
30; 32	18								
35	22								
36; 37		360	56	3	6				
38; 40	25		60						
42		380	64	4	4				
45; 46									
47	28								
48; 50									
52; 55	31.5	400	72						
56; 58; 60	35.5		72						
62; 63; 65	35.5	420	80	5	8				
68	40								
70; 72; 75		450	90						
78; 80; 82	45								
85; 88	50	480	100		10				
90; 95; 100	56								

									
d_1	l_1	A	l_2	B	MK	z			
5; 6	140		25	28					
7	150	20	32	36	1	6			
8	155		40						
9	160								
10; 11; 12	170	22	45		2	8			
13; 14; 15	180	25	50						
16	200	25	56						
17	210	25	63						
18	210	25	70						
19	220	28							
20	230	28							
21; 22	240	32							
23	260	36							
24; 25; 26	270								
27; 28	290								
30; 32									

الجدول (٥ - ٣): مقاييس متعددة لأداة تنعيم الثقوب.

٥ - ٥) لولبة الثقوب

لا يمكن لولبة الثقوب صغيرة القطر وطويلة العمق بالخراطة، ولذا تنفذ على آلة ثقب باستخدام أداة لولبة.



d	P	d ₁	l ₁	l ₂
1,6	0,2	1,2	40	10
2	0,25	1,4	45	
2,5	0,35	1,8	50	12
3		2,2		
4	0,5	2,8	56	16
5		3,5	70	18
6		4,5		
8	0,75	6	80	20
10		7	90	22
8		6		25
10		7		
12	1	9	100	28
16		12		
20		16	125	32
24		18		
30	1	22	150	32
10	1,25	7		30
12		9	100	
12				28
16		12		
20		16	125	32
24		18		
30	1,5	22	150	
36		28	170	36
42		32	180	
48		36	190	40
20		16	140	36
24		18		
30	2	22	160	
36		28	180	40
42		32	190	
48		36	200	45
30		22	180	
36	3	28	190	50
42		32	200	
48		36	225	56

الجدول (٥ - ٤) : أمثلة لمقاييس أداة لولبة ثقوب

٥ - ٦) اختيار ظروف القطع في عمليات الثقب

الجدول (٥ - ٥) ، (٥ - ٦) و (٥ - ٧) توضح ظروف القطع في الثقب، وتنعيم الثقوب، وتوسيع الثقوب.

مادة الشغلة	St صلب حتي 60	زهر رمادي	نحاس	الومونيوم وقصدير
سرعة القطع	٣٠ - ٤٠	١٢ - ٣٠	٣٠ - ٦٠	١٠٠ - ١٥٠
سرعة التغذية	٠,٤ - ٠,١	٠,٦ - ٠,١	٠,٦ - ٠,١	٠,٦ - ٠,١

الجدول (٥ - ٥) : ظروف القطع بالثقب

صلب مسبوك	زهر		صلب		قطر المثقاب
	صلابة > ٢٠٠	صلابة < ٢٠٠	صلابة > ١٠٠	صلابة < ١٠٠	
صلابة ٥٠ - ٧٠	0.4 -- 0.7	0.3 -- 0.5	0.3 -- 0.5	0.2 -- 0.4	25 - 40
0.3 -- 0.6	0.5 -- 1	0.4 -- 0.8	0.4 -- 0.8	0.2 -- 0.3	40 - 60
6 - 10	8 -- 15	6 -- 12	8 -- 12	6 - 10	سرعة القطع

أداة القطع حدود قطعها من الكرييد

الجدول (٥ - ٦ أ) : ظروف القطع بتنعيم الثقوب

سرعة التغذية ملم / دورة					قطر المثقاب
الومونيوم ونحاس	زهر		صلب		
	صلادة < ٢٠٠	صلادة > ٢٠٠	صلابة < ٧٠	صلابة > ٧٠	
0.63 - 0.8	0.25 - 0.4	0.63 - 0.8	0.11 - 0.18	0.25 - 0.4	حتى ٥
0.8 - 0.9	0.4 - 0.5	0.8 - 0.9	0.18 - 0.22	0.4 - 0.5	5 – 8
0.9	0.50.56	0.9	0.22 - 0.25	0.5 - 0.56	8 – 10
0.9 - 0.1	0.56 0.71	0.9 - 1	0.25 - 0.31	0.56 - 0.71	10 – 15
1 - 1.12	0.71 -- 0.8	1 - 1.12	0.31 - 0.35	0.71 - 0.8	15 – 20
1.12	0.8 -- 0.9	1.12-25	0.35 - 0.4	0.8 - 0.9	20 – 25
1.12 - 1.25	0.9 - 1	1.25	0.4 - 0.45	0.9 - 1	25 – 30
1.25	1 - 1.1	1.25	0.45 - 0.5	1 - 1.1	30 - 40
1.25 -- 1.4	1.1 - 1.25	1.25- 1.4	0.5 - 0.56	1.1 - 1.24	40 – 50
1.4	1.25 1.4	1.4	0.56 - 0.63	1.25 - 1.4	50 – 60
> 1.4	> 1.4	> 1.4	> 0.63	> 1.4	< ٦٠
12 – 20	7 -- 10	12 -- 14	3 -- 5	6 -- 12	سرعة القطع

أداة القطع من الصلب سريع القطع

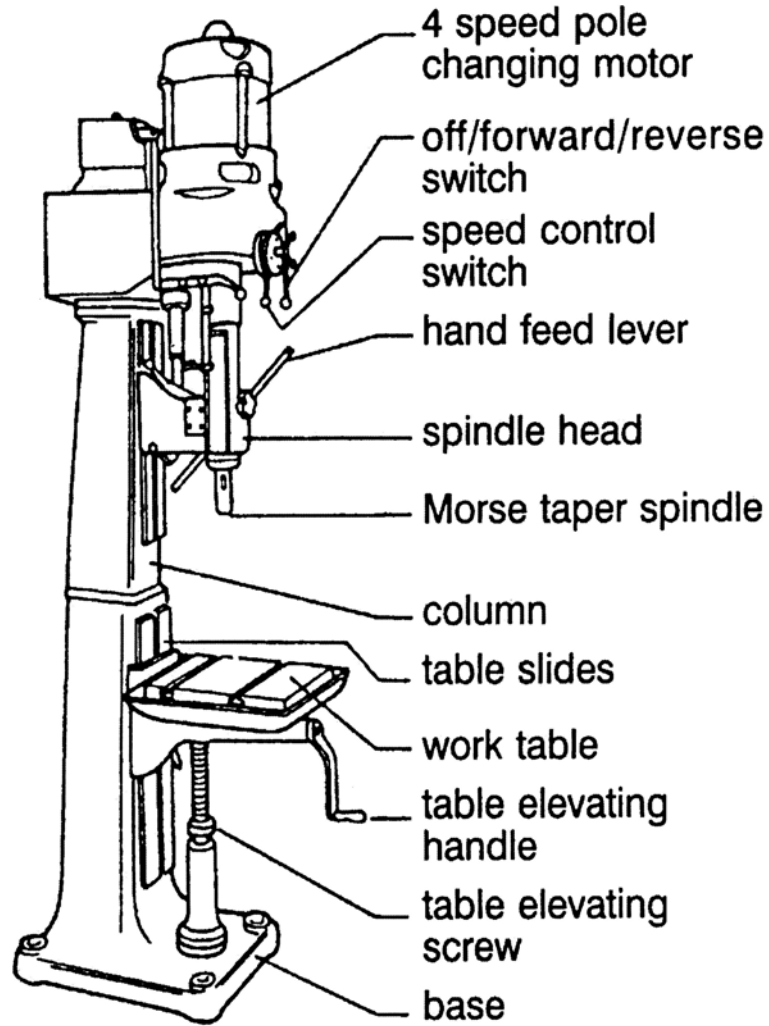
الجدول (٥ - ٦ - ب): ظروف القطع بتنعيم الثقوب

سرعة التغذية (ملم / دورة) بالنسبة لأقطار المخوش												سرعة القطع م / دقيقة	مادة الشفلة
63	50	40	31.5	25	20	16	12.5	10	8	6.3	5	22.4	st 60
0.63	0.63	0.56	0.56	0.5	0.5	0.45	0.45	0.4	0.4	0.36	0.36	12.5 - 10	
0.18	0.16	0.14	0.12	0.11	0.1	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	8 - 6.3	
1.4	1.25	1.1	1	0.9	0.8	0.71	0.63	0.56	0.5	0.45	0.4	31.5	
0.36	0.32	0.32	0.28									40	
0.32	0.28	0.25	0.22	0.2	0.18	0.16	0.14					50	
0.25	0.22	0.22	0.2	0.18	0.16	0.14	0.12					31.5	سبائك نحاس
0.63	0.63	0.56	0.56	0.5	0.5	0.45	0.45	0.4	0.4	0.36	0.36	25 - 20	
0.18	0.16	0.14	0.12	0.11	0.1	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	14	
1.4	1.4	1.25	1.25	1.12	1.12	1	1	0.9	0.9	0.8	0.8	50	
0.36	0.32	0.32	0.28	0.28								63	
0.32	0.28	0.25	0.22	0.2	0.18	0.16	0.14					71	
0.22	0.22	0.2	0.2	0.18	0.16	0.14	0.12					80 - 63	سبائك الومونيوم
0.5	0.45	0.45	0.4	0.4	0.36	0.36	0.32	0.32	0.28	0.28	0.25	50 - 28	
0.18	0.16	0.14	0.12	0.11	0.1	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	25	
1.4	1.4	1.25	1.25	1.12	1.12	1	1	0.9	0.9	0.8	0.8	140 - 12	
0.32	0.32	0.28	0.28	0.25	0.25							80 - 63	
0.32	0.28	0.25	0.22	0.2	0.18	0.16	0.14					140 - 125	
0.32	0.22	0.2	0.2	0.18	0.16	0.14	0.12					20 - 16	زهر رمادي ٢٢
0.5	0.45	0.45	0.4	0.4	0.36	0.36	0.32	0.32	0.28	0.28	0.25	12.5 - 10	
0.18	0.16	0.14	0.12	0.11	0.1	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	12.5 - 10	
1.4	1.4	1.25	1.25	1.2	1.12	1	1	0.9	0.9	0.8	0.8	20	
0.36	0.32	0.32	0.28									25	
0.4	0.36	0.32	0.28	0.25	0.22	0.2	0.18					31.5	
0.25	0.22	0.22	0.2	0.2	0.18	0.18	0.16						

الجدول (٥ - ٧): ظروف القطع عند توسيع الثقوب

٥ (٧- آلة الثقب

توجد أنواع عدة من آلات الثقب لتناسب مع نوعية الثقوب ، وأعداد الثقوب ، وأعداد الشغللات المطلوبة وأوزانها وحجومها. الشكل (٥ - ٨) يوضح مثقاب قائم (مثقاب تنقل فيه الحركة عبر التروس).



column drill

الشكل (٥ - ٧) : مثقاب قائم Upright drill.

يتكون المثقاب من الأجزاء التالية:

القائم Column

يحمل أجزاء الآلة المختلفة ويصنع من الزهر أو الصلب. ويمكن أن تكون به مجاري تمكن من تحريك المنضدة.

المنضدة Work table

يمكن أن تكون ثابتة أو قابلة للحركة. مهمتها تثبيت الشغلة.

مجموعة تروس الإدارة.

تمكن من الحصول على سرعات قطع مختلفة.

مجموعة التغذية

مهمتها تمكين الأداة من تنفيذ حركة التغذية آليا أو يدويا.

ماسك أداة القطع

ظرف قابض ثنائي أو ثلاثي الفكوك.

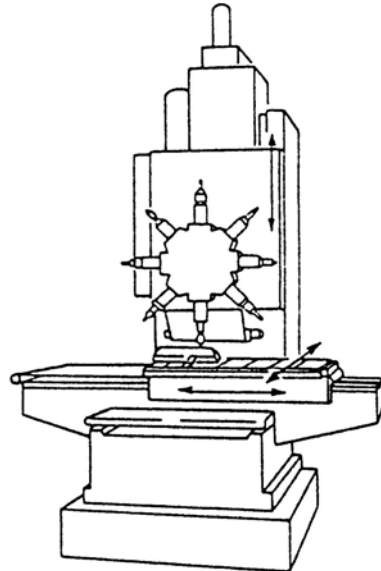
مثبت الشغلة

يمكن ان تكون ملزمة أو دليل ثقب أو منضدة الآلة.

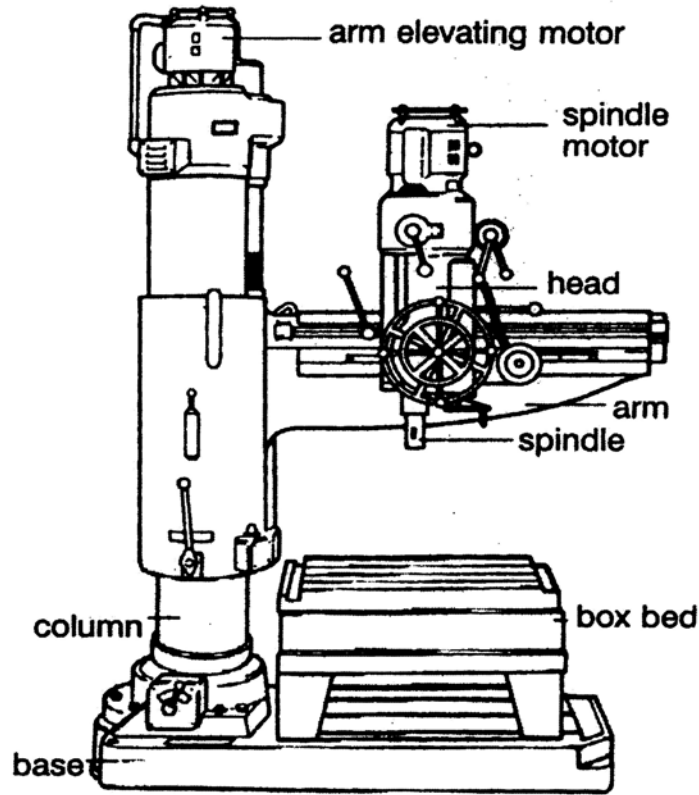
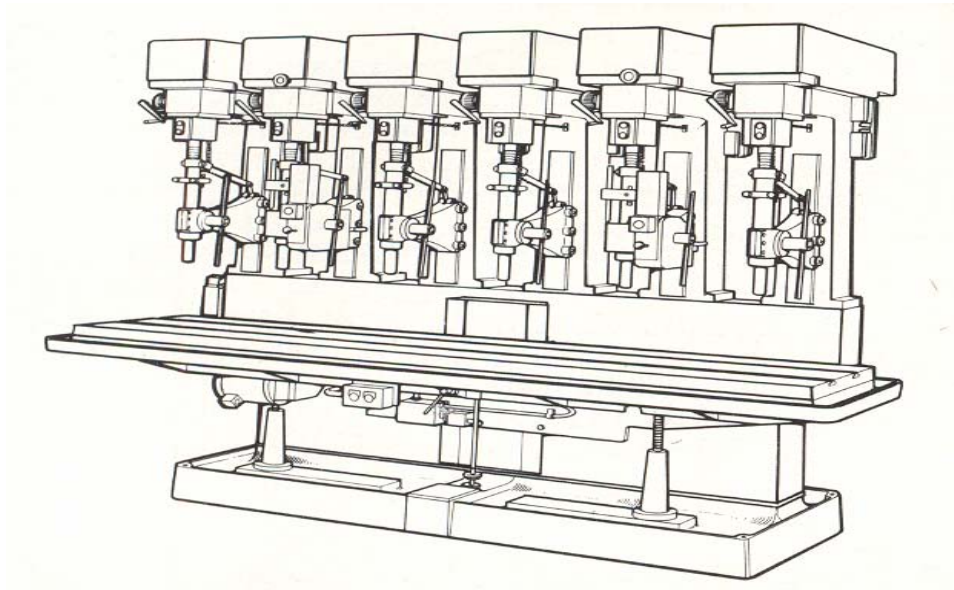
الموتور الكهربائي

مهمته توفير الحركة الدورانية للأداة

توجد أنواع عديدة من آلات الثقب الإنتاجية . تتميز الآلات الإنتاجية عن آلات الورش في حقيقة أن اللولبي أكثر قسوة إذ قدرة وتتوفر بها إمكانيات عدة لتقليل زمن الإنتاج مثل : تعدد أعمدة الإدارة ، تتابع عدة أعمدة مع وجود منضدة واحدة ، كما تتوفر في هذا النوع من الآلات إمكانية التحكم الرقمي في التشغيل مما يضمن سرعة الإنتاج وجودته. الشكل (٥ - ٨) يوضح أمثلة لآلات الثقب الإنتاجية.



شكل ٥ - ٨ - أ: آلة ثقب ذات برج



radial drill(ing machine)

الشكل (٥ - ٨ - ب) : أمثلة لألات ثقب إنتاجية.

٨.٥ حساب قوة القطع وقدرة القطع

تحسب قوة القطع في الثقب وتوسيع الثقوب وتنعيمها بالقانون التالي:

$$F = (f \cdot D / 2) \cdot k_s \quad \text{in [N]}$$

حيث:

f سرعة التغذية (مم / دورة) $D/2$ نصف قطر المثقاب (أي عمق القطع d)

k_s قوة القطع النوعي وهي تساوي $1.25 k_s$ والتي تحسب بدلالة سمك الرأش h والمعامل Z و $k_{s.1.1}$ والتي تؤخذ قيمها من الجدول (١,٤) في صفحة ٤٧.

تحسب قيمة سمك الرأش h من العلاقة $h = (f / 2) \sin \sigma$ حيث σ هي زاوية الذنب بالمثقاب.

أما قدرة القطع فتحسب بالعلاقة:

$$P_c = (f \cdot D^2 / 8) k_s \cdot (n / 97400) \quad \text{in [kW]}$$

بينما تحسب قدرة الآلة بمراعاة معامل استغلال القدرة η

$$P_{\text{motor}} = P_c / \eta \quad \text{in [kW]}$$

٥-٩ زمن القطع في الثقب Cutting time

يحسب زمن القطع بالقانون:

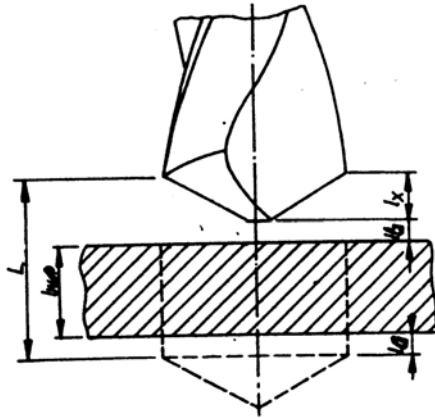
$$t_c = L / n \cdot f$$

L هي المسافة التي تتحركها أداة القطع بسرعة التغذية. من الشكل (٥-٩) يتضح أنها تساوي:

$$L = l_x + l_b + l_{wp} + l_a$$

n هي سرعة الدوران (دورة / دقيقة) f هي سرعة التغذية (مم / دورة)

وتحسب l_x من العلاقة $l_x = (D / 2 \cdot \tan \sigma / 2)$



الشكل (٥-٩): المسافة المقطوعة بسرعة التغذية.

تمارين:

- (١) وضح أهمية عملية الثقب.
- (٢) يمتاز الثقب بخصوصية حركات قطعه مقارنة بطرق التشغيل الأخرى، وضح ذلك.
- (٣) كيف يتم تحديد عمق القطع بالثقب؟
- (٤) ما هي العمليات التشغيلية التي يمكن تنفيذها على آلة الثقب؟
- (٥) عرف الثقب.
- (٦) ما هي أسباب تنوع المثاقيب؟
- (٧) وضح تركيب المثقاب الحلزوني.
- (٨) ما هي مهمة كل مكون من مكونات المثقاب الحلزوني؟
- (٩) اذكر أنواع الثقوب.
- (١٠) لماذا توجد عملية توسيع الثقوب؟
- (١١) اذكر بعض استخدامات الثقوب الموسعة.
- (١٢) ما هي مستويات الجودة التي يمكن تحقيقها عبر تنعيم الثقوب؟
- (١٣) لماذا لا يمكن تنفيذ كل أنواع اللولبة الداخلية عبر الخراطة؟
- (١٤) اذكر مكونات آلة ثقب.
- (١٥) علل وجود مثقاب الدف.
- (١٦) ما الذي يميز آلات الثقب الإنتاجية.
- (١٧) ما هي الفائدة المكتسبة من استخدام أدلة الثقب؟
- (١٨) مطلوب حساب قدرة القطع عند تنفيذ ثقب قطره ١٢ ملم في صلب طري مقاومة شدة ٤٢٠ نيوتن / مم^٢ باستخدام أداة قطع حدها القاطع من الصلب سريع القطع. سرعة التغذية هي ٠,٢٢ ملم / دورة، زاوية ذنب المثقاب $\sigma = 116^\circ$ ، سرعة عمود الإدارة ١٠٠٠ دورة / دقيقة ومعامل استغلال القدرة $\eta = 0,9$.

١٩) احسب زمن القطع في الحالة التالية:

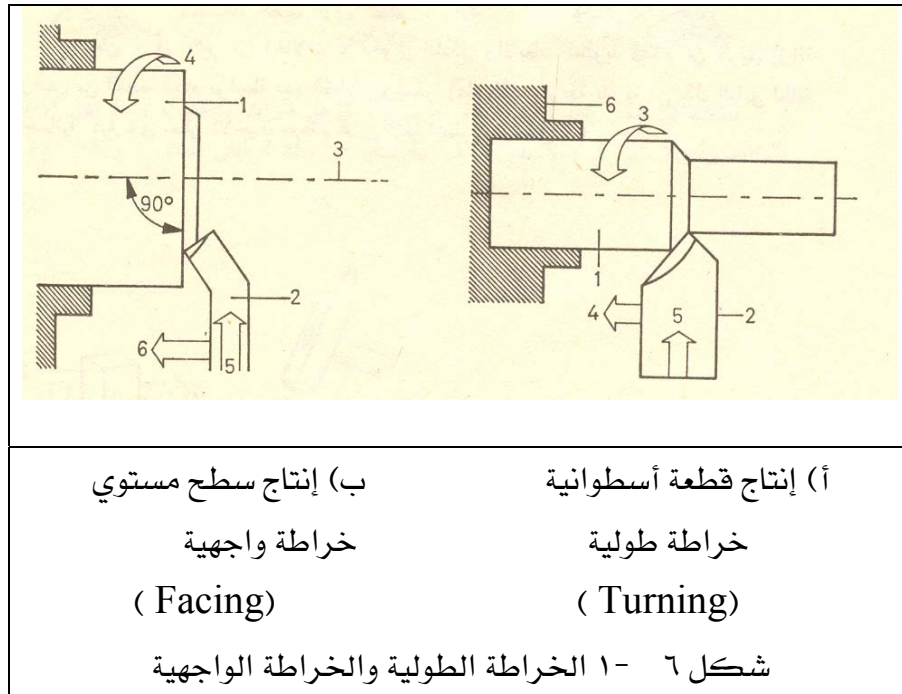
- سرعة الدوران = ١٥٠٠ دورة / دقيق
- سرعة التغذية = ٠,٤ ملم / دورة
- مسافة ما بعد الشغلة = ٥ مم
- مادة الشغلة نحاس أصفر

- طول الثقب النافذ المطلوب = ٣٥ مم.
- قطر الثقب = ١٦ مم
- مسافة ما قبل الشغلة = ٥ مم
- زاوية ذنبه المثقاب $\sigma = ١٢٠^\circ$

الفصل السادس : الخراطة Turning

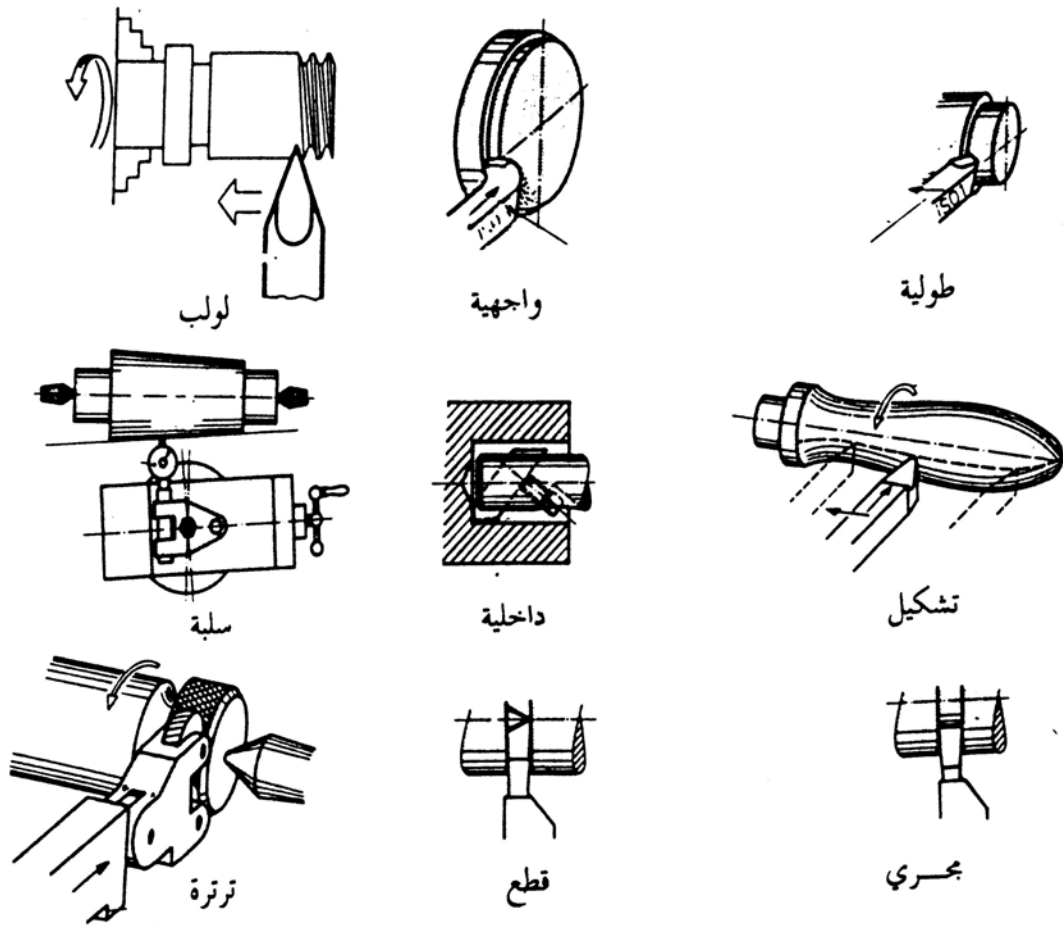
٦-١ مقدمة

تعتبر الخراطة أحد الطرق المهمة ضمن طرق تشغيل المعادن، ويطلق لدى العامة على تشغيل المعادن مفردة "خراطة" مما يؤكد انتشارها كطريقة تشغيل. ينحصر استخدام الخراطة في تشغيل القطع المتماثلة Symmetrical work pieces أو جزء متماثل في قطعة غير متماثلة. في الخراطة، تدور الشغلة منفذة سرعة القطع الضرورية، بينما الأداة، والتي تم ضبطها على عمق قطع معين، تتحرك موازية لمحور الشغلة بسرعة التغذية الضرورية. تبعاً لاتجاه حركة التغذية بالنسبة لمحور الشغلة، يوجد نوعان رئيسيان للخراطة هما: الخراطة الطولية والخراطة الواجهية. الشكل (٦ - ١) يوضح عملية الخراطة تبعاً لنوعيتها.



٢-٦) أنواع عمليات الخراطة Types of turning processes

تتفد على المخرطة كثير من العمليات المختلفة تمكن من الحصول على أشكال متعددة. انظر الشكل (٢-٦).



شكل (٢-٦) عمليات الخراطة

٣-٦) أنواع المخارط Types of lathe machines

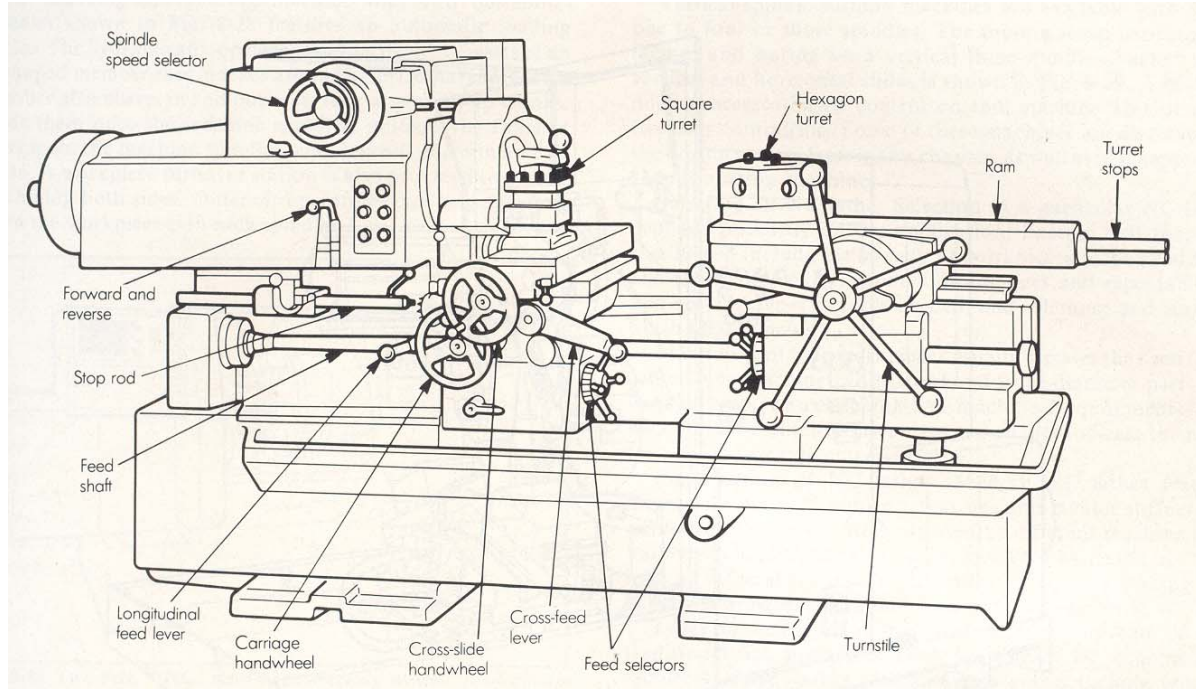
تتعدد أنواع المخارط وذلك تبعاً:

- للسطح المطلوب تشغيله: خارجي، داخلي، أسطوانى، مسطح أم مخروطي.
- لحجم الشغلات: دقيقة أم متوسطة أم كبيرة الحجم.
- للأعداد المطلوبة من الشغلة: إنتاج بالقطعة، بالدفع، إنتاج مستمر.

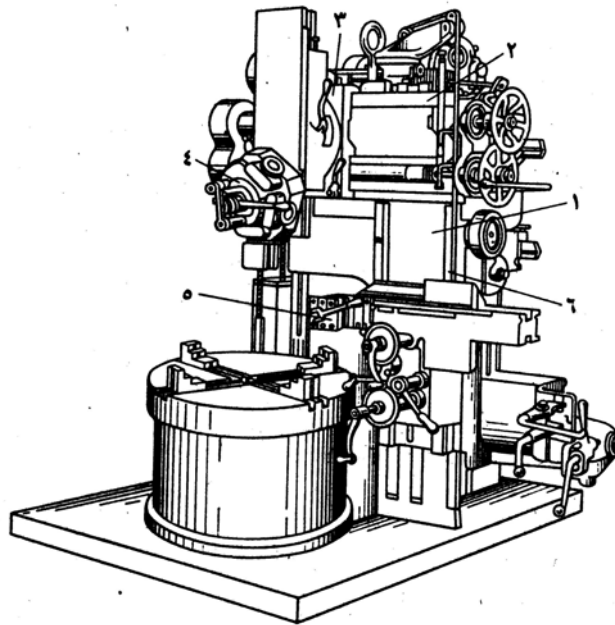
يمكن حصر أنواع المخارط فيما يلي:

- المخرطة الذنبية Center lathe وهي مخرطة عامة تناسب الأعداد القليلة ويوجد منها مثل أغلب آلات الخراطة ما يناسب الشغلات الدقيقة والكبيرة الحجم.
- المخرطة الواجهية Facing lathe وهي مخرطة خاصة ينحصر استخدامها في تنفيذ خراطة واجهية للشغلات كبيرة الحجم. لا يوجد نوعها بالورش ومراكز التدريب فهي آلة إنتاجية أي توجد فقط بالمصانع.
- المخرطة الناسخة Copying lathe وهي مخرطة تستخدم لعدد محدود من الأشكال التي يتم خراطتها عبر جهاز للنسخ يتحكم في مسار قلم الخراطة (يمكن تمثيلها بعملية إنتاج نسخة من مفتاح عربية مثلاً)
- المخرطة البرجية Turret lathe (ذات برج مضلع) و Capstan lathe (ذات برج أسطوانى) يميز هذه المخرطة بنوعيتها ، إمكانية تركيب عدد كبير من أقلام الخراطة وتنفيذ عدة عمليات قطع بتزامن مما يضمن سرعة الإنتاج. يتم التحكم فيها رقمياً وتعتبر آلة إنتاجية.
- مخارط خاصة Special lathes (مخرطة أعمدة مرفق ، مخرطة كامات ومخرطة أنابيب وغيرها). المخرطة الخاصة يمكن أن تكون أحد الأنواع التي سبق ذكرها ولكن يميزها أنها تستخدم لإنتاج منتج واحد أو نوع واحد من المنتجات. وهي دائماً مخارط إنتاجية.
- المخرطة الرأسية Vertical lathe وهي مخرطة إنتاجية تستخدم للشغلات كبيرة الحجم والوزن. تنتج الآلات المذكورة بأنواع ذات قدرات مختلفة (خفيفة وثقيلة) ، بحامل أقلام واحد أو أكثر ، . يتم التحكم في سرعاتي القطع والتغذية في هذه الآلات بطرق مختلفة ، ويتم كذلك عبر استخدام الإنسان الآلي في تغيير الأدوات ، وفي ربط الشغلات وفكها وترتيبها في مواعين خاصة.

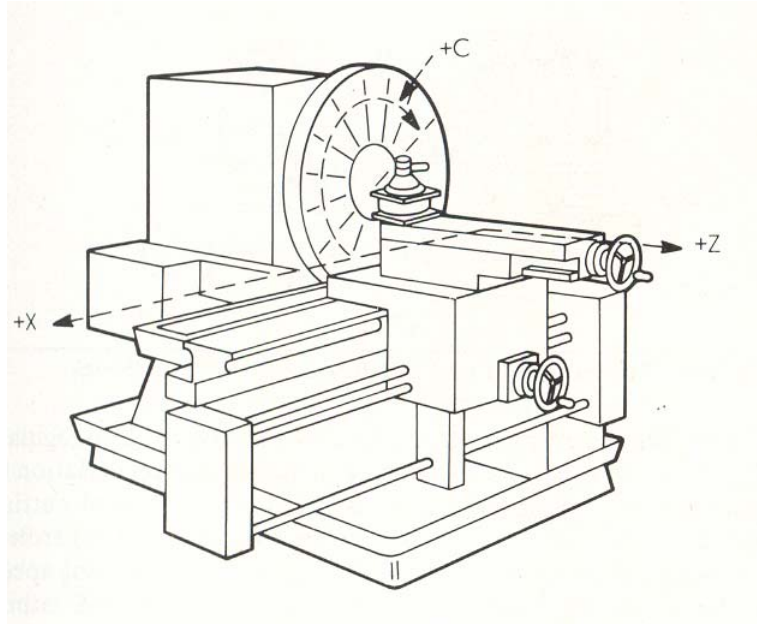
الشكل (٦ - ٣) يوضح أمثلة لأنواع مختلفة من المخارط.



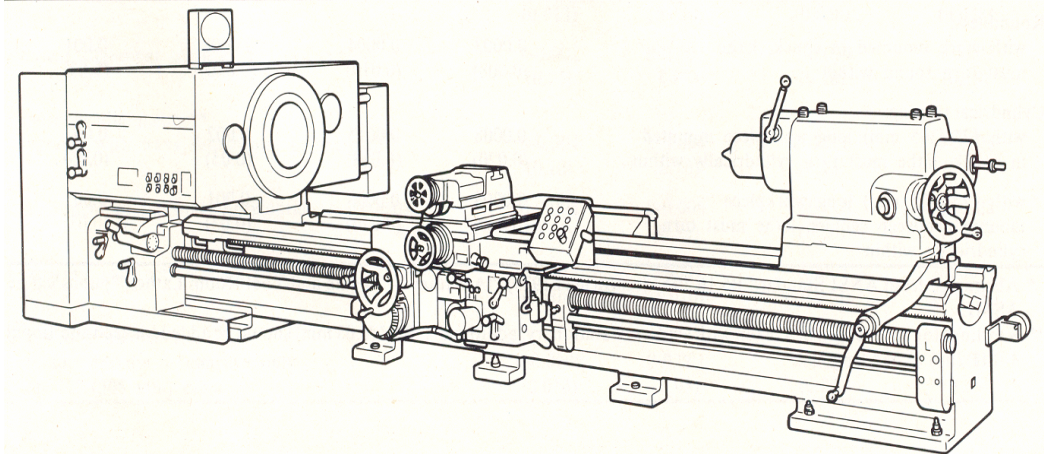
أ - مخرطة برجية



ب - مخرطة رأسية



ج - مخرطة واجهية

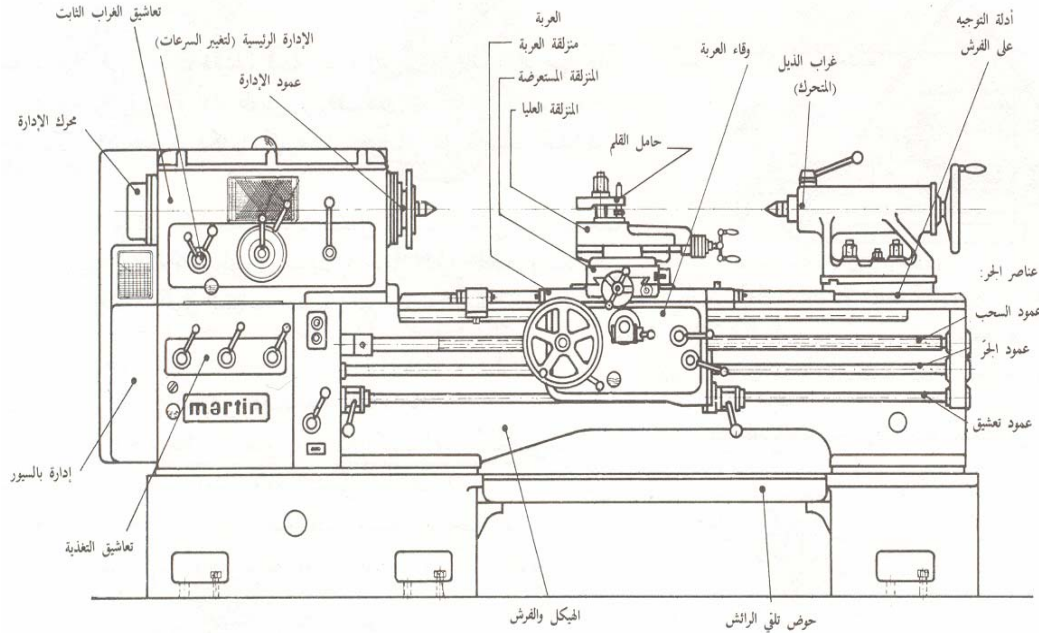


د - مخرطة شغللات ضخمة

الشكل (٦ - ٣): أمثلة لبعض أنواع المخارط الإنتاجية.

٦-٤) مكونات المخرطة components of the lathe

الشكل (٦-٤) يوضح المكونات الأساسية لمخرطة ذنب تستخدم كآلة عامة تصلح للورش ولعمليات الإصلاح.



الشكل (٦-٤): المكونات الأساسية لمخرطة ذنب.

- الفرش Bed مهمته حمل أجزاء الآلة. يصنع من الزهر لسهولة سباكته وجودة امتصاصه للاهتزازات.
- الغراب الثابت head stock يضم المحرك الكهربائي ، صناديق تروس عمود الإدارة والتغذية و كذلك حوض المبرد والمنزلق والمضخة .
- الغراب المتحرك (غراب الذيل) Tail stock مهمته تثبيت الشغلات من الطرف الثاني. يحرك يدويا على مجاري الفرش.
- عمود الإدارة Spindle مهمته توفير سرعات دوران مختلفة لظرف المخرطة الموجود في مقدمته.
- عمود اللوالب (عمود السحب) Lead screw مهمته تحريك العربة عند قطع لولب على المخرطة.
- عمود الجر Feed shaft : مهمته جر العربة في كل العمليات ما عدا عملية قطع اللوالب.
- عمود التعشيق مهمته الإدارة والإيقاف كذلك إدارة عمود الإدارة يمينا أو يسارا.

- العربيه Carriage مهمتها حمل القلم وتحريكه وحمل المنزلاقات التي تضمن تحقيق أي وضعية للقلم وهي تتصل عبر عمود الجر وعمود اللوالب بمجموعة تروس تتواجد بالغراب الثابت.
- مجاري الفرش (أدلة التوجيه) Bed slide ways مهمتها تسهيل حركة العربيه والغراب المتحرك. تصنع من الصلب عالي الكربون و يصلد سطحها لتقليل التآكل الاحتكاكي. يشترط فيها الاستقامة والتوازي لأن جودة المنتج تعتمد على ذلك.
- المنزلقه المستعرضة Cross slide مهمتها تحريك القلم عند ضبط عمق القطع في الخراطة الطولية وكذلك عند الخراطة الواجيه.
- المنزلقه العليا Upper slide مهمتها حمل حامل القلم وإمالة القلم حسب الزاوية المطلوبة وضبط عمق القطع في الخراطة الواجيه.
- حامل القلم tool box مهمته تثبيت القلم بقوة كافية. يوجد حامل لقلم واحد ، لأربعة أقلام . ويعتبر البرج أصلاً حامل قلم يمكن من تثبيت عدد كبير من الأقلام.

٦ - ٥) أقلام الخراطة

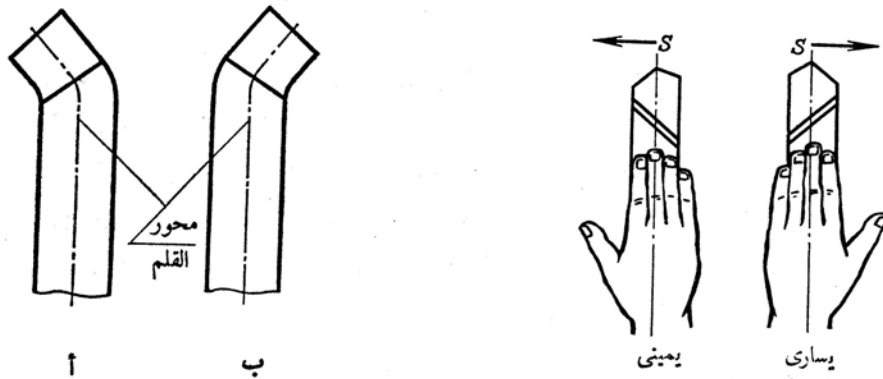
تستخدم أنواع قياسية مختلفة من الأقلام تتيح تنفيذ كل العمليات التي تتم على المخرطة. يوجد منها نوعان أحدهما يسمى قلم شمال والآخر يمين. الشكل (٦ - ٥) يوضح الأنواع المختلفة لأقلام الخراطة. والشكل (٦ - ٦) يوضح قلم شمال وآخر يمين.

مقطع الساق	مربع q	مستطيل h	مستدير r
ISO 1	q 10 12 16 20 25 32...	h 20 25 32 40 50	
ISO 2	q 10 12 16 20 25 32...		
ISO 3		h 16 20 25 32 40 50	
ISO 4	q 10 12 16 20 25 32...	h 20 25 32 40 50	
ISO 5	q 10 12 16 20 25 32...		
ISO 6	q 10 12 16 20 25 32...	h 20 25 32 40 50	
ISO 7		h 12 16 20 25 32 40 50	
ISO 8	q 8 10 12 16 20 25 32...		r 8 10 12 16 20 25...
ISO 9	q 8 10 12 16 20 25 32...		r 8 10 12 16 20 25...

مقطع الساق الموحد قياساً بوحدة (mm)

قلم خراطة
زاوية داخلية
ISO 9
DIN 4974
قلم خراطة داخلية
ISO 8
DIN 4973
قلم خراطة جانبية
ISO 6
DIN 4980
قلم خراطة جبهة مجنب
ISO 5
DIN 4977
قلم خراطة عريض
ISO 4
DIN 4976
قلم خراطة زاوية مجنب
ISO 3
DIN 4978
قلم خراطة منحنى
ISO 2
DIN 4972
قلم خراطة عدل
ISO 1
DIN 4971
قلم خراطة انحرافات
ISO 7
DIN 4981

الشكل (٦ - ٥): أنواع أقلام الخراطة.



الشكل (٦ - ٦): قلم شمال وقلم يمين

٦ - ٦) المثبتات Fixtures

تستخدم في الخراطة أنواع عديدة من المثبتات وذلك تبعاً لحجم وشكل الشغلة وسرعة الفك والتركيب المطلوبة. فيما يلي تعريف مختصر بكل نوع:

- الظرف Chuck

يستخدم لتثبيت الشغلات التي طولها $100 > \text{مم}$. يوجد منه ذو الثلاثة وذو الأربعة فكوك والتي يمكن أن تتحرك بمفردها أو تتحرك كلها في نفس اللحظة مما يضمن حسن مركزة الشغلات.

- الظرف والذنبه Chuck and center

تستخدم للشغلات التي طولها $100 < \text{مم}$. إذ أن الذنبه تمنع حدوث اهتزازات تضر بنعومة سطح الشغلة.

- الصينيه The face plate

تستخدم لتثبيت الشغلات من مواضع غير أسطوانية وتستخدم كذلك لتثبيت الشغلات كبيرة الحجم.

- ذنبتين Two centers

تستخدم لخراطة الشغلات من الجانبين، تحقق دقة أكبر. يستخدم معها مساعد إدارة Lathe carier or Dog يضمن إدارة الذنبه للشغلة دائماً.

- الظرف القابض The clamp chuck or collet

يستخدم للامساك بالشغلات التي قطرها $12 > \text{مم}$.

- الخناقة Steady or follower rest

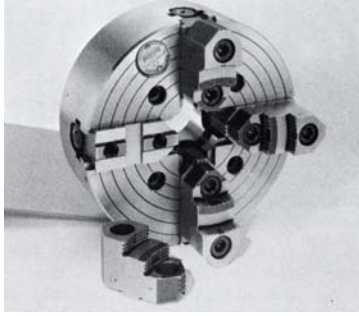
تستخدم الخناقة عند خراطة الشغلات ذات الطول الحرج (طولها $12 < \text{قطرها}$) لمنع انحناء الشغلة تحت تأثير المركبة القطرية لقوة القطع وكذلك لمنع حدوث اهتزازات بالشغلة تضر بجودة تشغيلها.

- مثبت للأسطوانات المجوفة يُمكن التثبيت من الداخل.

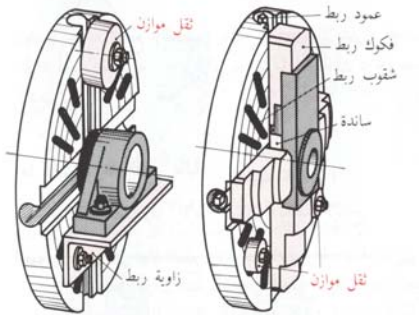
ملاحظة:

تفاصيل تركيب المثبتات المذكورة واحتياطات العمل الخاصة بها سيتم تناولها في الجزء العملي من الحقيبة وفي التدريب العملي المباشر.

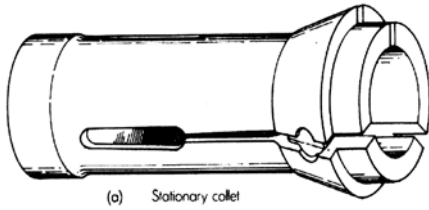
الشكل (٦ - ٧) يوضح الأنواع المختلفة للمثبتات المستخدمة في الخراطة.



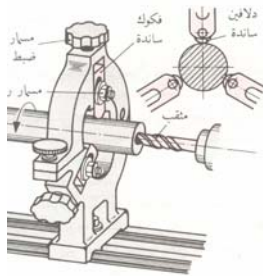
ب - ظرف ذو أربعة فكوك



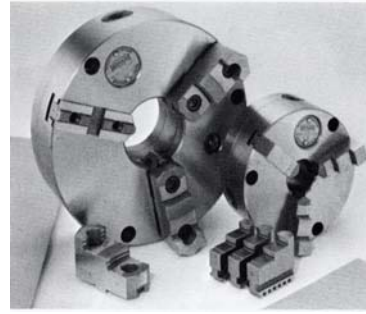
صينية



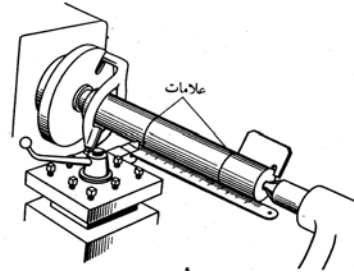
ظرف قابض



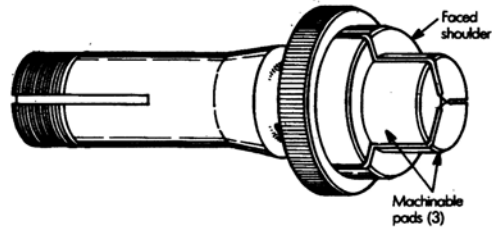
خناقة (مسند) ثابتة



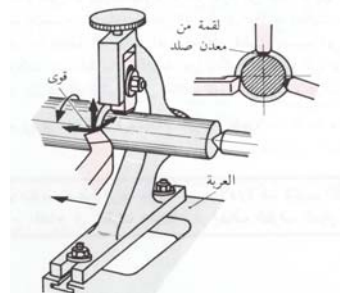
١ - ظرف ذو ثلاثة فكوك



ذنبتين مع مساعد إدارة



مثبت أسطوانة



خناقة (مسند) متحركة

الشكل (٦ - ٧) : أنواع المثبتات بالخراطة.

٧.٦ حساب الزمن الكلي

الزمن الكلي = زمن القطع لكل الأسطح + زمن الاستعداد + زمن التثبيت والفك للشغلة + زمن التثبيت والفك للأقلام + الزمن الضائع.
يستخدم هذا القانون لكل عمليات التشغيل.
يمكن فقط الحصول على زمن القطع حسابيا أما الأزمنة الأخرى فيعتمد تحديدها على ضوابط خاصة بكل مصنع.

لحساب زمن القطع لخطوة من خطوات الخراطة يتم استخدام القانون:

$$t_c = L / n \cdot s \quad \text{minutes}$$

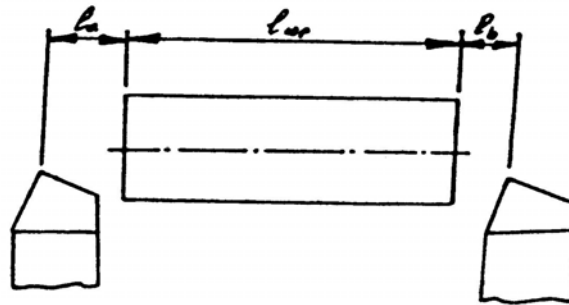
t_c زمن القطع بالدقيقة.

L هي المسافة التي تتحركها الأداة بسرعة التغذية. تحسب L بالقانون:

L طول السطح الذي يتم خراطته + مسافة التحرك قبل القطع + مسافة التحرك بعده.

$$L = l_b + l_{wp} + l_a$$

الشكل (٦ - ٨) يوضح الأطوال المذكورة.



الشكل (٦ - ٨) : تحديد الطول الكلي للخطوة.

٦ - ٨) تسلسل التحضير التكنولوجي في الخراطة

يقصد بالتحضير التكنولوجي كل الخطوات التي يجب أن تتم، لدراسة كيفية تنفيذ عملية التشغيل المعنية. تشمل عملية التحضير تحديد الكتلة الأولية، تحديد تسلسل عمليات التشغيل، ظروف التشغيل لكل الخطوات، تحديد طريقة التثبيت لكل خطوة، أدوات القطع لكل خطوة، استخدام مبرد ومزلق من عدمه، حساب قوة القطع العظمى ومنها حساب قدرة القطع العظمى، تحديد الآلة وقدرتها، حساب زمن القطع لكل خطوة، حساب زمن الإنتاج الكلي، تحديد التكلفة الكلية. يقوم قسم الإدارة الفنية بكل مصنع بتنفيذ التحضير التكنولوجي وذلك لضمان أكبر إنتاجية، بجودة عالية للشغلة، و تكلفة قليلة.

يتم بعد ذلك في قسم إدارة الإنتاج تحديد كيفية إنتاج الكمية الكلية في الفترة الزمنية المتفق عليها مع الزبون وذلك بتحديد عدد الآلات التي تنفذ العمل، عدد الورديات وأسلوب التحفيز الضروري لرفع الإنتاجية.

الآن يتم تسليم المشرفين والملاحظين الرسومات وضوابط التشغيل أو البرنامج في حالة العمل بآلات التحكم الرقمي.

فيما يلي توضيح الخطوات التي ينفذ بها التحضير التكنولوجي:

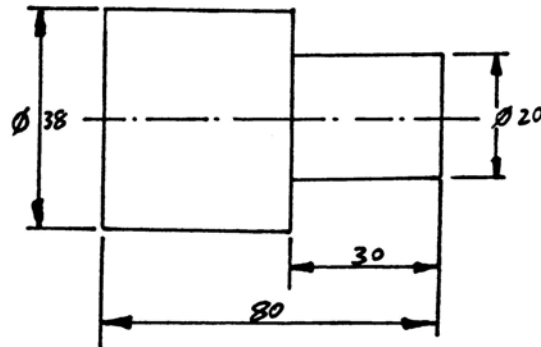
- قراءة الرسم قراءة متأنية لمعرفة تفاصيل و أبعاد الشكل الهندسي للشغلة، نعومة الأسطح ودقة الأبعاد المطلوبة من خلال تفاوتات الأبعاد والشكل وتوافقات الأجزاء التي تجمع مع بعضها البعض مثل محمل وعمود.
- تحديد نوعية الخراطة المطلوبة (طولية، واجهية، داخلية، سطح مائل أو منحنى أو جميعها معاً).
- تحديد نوع المخرطة، وذلك تبعاً:
 - الشكل الهندسي (مخرطة طولية، واجهية أو مخرطة نساخة أو آلية)
 - حجم ومقاييس الشغلة (مخرطة شغلات دقيقة أو ثقيلة أو عادية).
 - العدد المطلوب (مخرطة عامة أو خاصة أو مخرطة برجية أو آلية CNC)
 - عدد المواضع التي يجب أن تشغل (مخرطة ذات ماسك عدة واحد أو أربعة أو مخرطة برجية)

- تحديد مقاييس الكتلة الأولية ومراعاة تقليل الفاقد عبر اختيار القطر والطول المناسبين.
- تحديد طريقة التثبيت لكل مرحلة من مراحل القطع.
- تحديد المزلق والمبرد حسب نوع معدن الشغلة وظروف القطع.
- تحديد تسلسل الخراطة (السطح كذا بعمق القطع كذا وبالطول كذا ثم السطح كذا أو سطحيان أو أكثر في نفس الوقت في حالة المخرطة البرجية، مع تحديد عمق القطع لكل سطح).
- تحديد أداة القطع لكل خطوة.
- تحديد ترتيب الأدوات في المخرطة البرجية .
- تحديد سرعات التغذية والقطع (حساب سرعة دوران عمود الإدارة) لكل خطوة.
- حساب أكبر قوة قطع ومنها تحديد قدرة المخرطة مع مراعاة نسبة استغلال القدرة.
- حساب زمن القطع لكل خطوة.
- حساب زمن الإنتاج الكلي للقطعة.
- تحديد التكلفة الكلية لإنتاج الشغلة.

٩-٦ شرح عمليات الخراطة

٩-٦-١ الخراطة الطولية

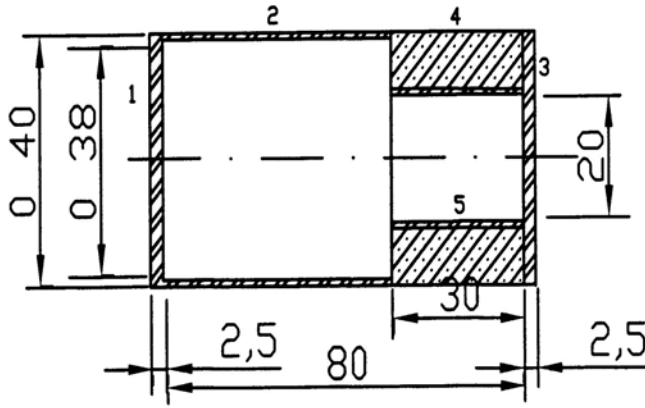
قطعة من صلب منخفض الكربون st 50 (صلب طري Mild steel) مطلوبة بالمقاييس و نعومة الأسطح الموضحة بالشكل (٩-٦) العدد المطلوب ١٠ قطع.



الشكل (٩-٦): مقاييس الشغلة المطلوبة.

يتضح من قراءة الرسمة ما يلي:

- للحصول على المنتج يجب تنفيذ خراطة طولية وواجهية لقطر صغير وبطول صغير.
- يمكن ذلك بواسطة مخرطة ذنية.
- الكتلة الأولية عبارة عن قطع مستقلة بقطر ٤٠ ملم وبطول ٨٥ مم.
- يمكن استخدام ظرف ذي ثلاثة أو أربعة فكوك للتثبيت، لأن الطول $100 >$ مم.
- مادة الشغلة صلب، لذا يجب استخدام مزلق ومبرد (صابون+ زيت+ ماء).
- تسلسل القطع يوضحه الشكل (٦ - ١٠) :



- (١) خراطة الواجهة
- تغيير التثبيت
- (٢) خراطة الواجهة
- (٣) خراطة طولية للسطح
- تغيير التثبيت
- خراطة طولية أستقرابية
- للسطح (٤)
- خراطة طولية تشطيبية
- للسطح (٥)

الشكل (٦ - ١٠) : تسلسل عمليات التشغيل.

- أدوات القطع

- يستخدم للسطح (١) و (٢) القلم نفسه.
- يستخدم للسطح (٣) و (٤) قلم ثاني.
- يستخدم للسطح (٥) قلم ثالث.
- الأقلام الثلاثة مادتها صلب سريع القطع (يمكن أن تكون أيضاً من الكريبد).

- تحديد ظروف القطع

السطح (١) عمق القطع $d = 2,5$ مم، التغذية $f = 2$ مم/دورة، سرعة القطع $V = 20$ م/دقيقة.

تحسب n

$$n = 1000 \cdot V / 3.14 \cdot D$$

$$n = 1000 \cdot 20 / 3.14 \cdot \phi = 159,3 \text{ [R /min]}$$

السطح (٢) ظروف قطعه كما السطح (١).

$$\text{السطح (٣) } d = 1 \text{ مم} \quad f = 2 \text{ مم / دورة} \quad V = 20 \text{ م / دقيقة} \quad (n)$$

$$\text{السطح (٤) } d = 9,5 \text{ ملم} \quad f = 2 \text{ مم / دورة} \quad V = 20 \text{ م / دقيقة} \quad \text{""""}$$

$$\text{السطح (٥) } d = 0,5 \text{ مم} \quad f = 0,63 \text{ مم / دورة} \quad V = 28 \text{ م / دقيقة} \quad \text{""""}$$

- تحديد قدرة القطع العظمي P_{\max}

يتم ذلك بغرض اختيار قدرة المخرطة.

تحدد تبعاً لأكبر قوة قطع. في هذا المثال السطح (٤) ينتج أكبر قوة قطع.

تحسب قوة القطع بالقانون

$$F_c = b \cdot h \cdot K_s$$

$$F_c = d \cdot f \cdot K_s \quad K_s = K_s \cdot 1.1 / h^z$$

$$K_s = 199 / 2^{0.26} = 5276 \text{ [N.mm}^2\text{]}$$

$$F_c = 9.5 \cdot 2 \cdot 199 / 2^{0.26} = 13287.2 \text{ [N]}$$

$$P_{\max} = F_c \cdot V / 60 \cdot 102$$

$$P_{\max} = (13287.2) / 6120 = 2.171 \text{ [kW]}$$

باعتبار أن معامل استغلال القدرة η يساوي ٠.٨

فإن القدرة الكلية P_{motor} تحسب كما يلي:

$$P_{\text{motor}} = P_{\max} / \eta = 2.171 / 0.8 = 2.71 \text{ [kW]}$$

— حساب الزمن الكلي

$$t_c = L / n \cdot f$$

زمن القطع

بافتراض مسافة ما قبل القطع = ٣ مم، وما بعد القطع = صفر للطول ٣٠ مم و القطر ٢٠ مم

$$L = l_b + l_{wp} + l_a$$

$$= 3 + 30 + 0 = 33 \text{ mm}$$

$$n = 1000 \cdot 20 / 3.14 \cdot 30 = 212 \text{ [r / min]}$$

$$t_c = 33 / 212 \cdot 2 = 33 / 424 = 0.07 \text{ [min]}$$

- حساب التكلفة

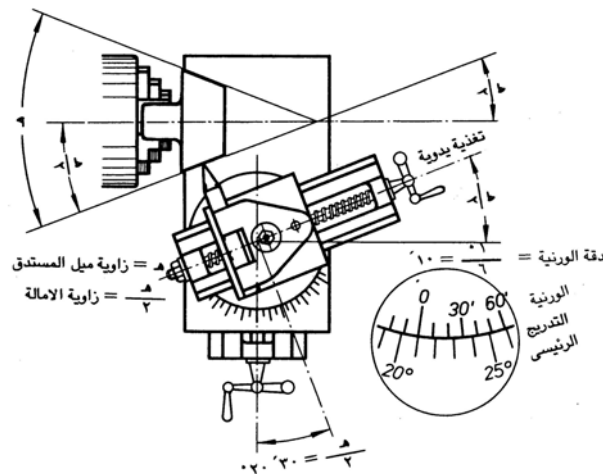
يتم حساب التكلفة الكلية عبر تحديد وزن الكتلة الأولية وسعر وحدة الوزن لها، تحديد كمية الطاقة المستهلكة وسعر الوحدة، أزمنة الإنتاج المختلفة وأجرة العاملين في كل خطوة، أسعار استهلاك الأدوات وآلة القطع والتكاليف غير المباشرة مثل تكلفة الإدارة والمباني وغيرها التي يمكن تحميلها لقطعة الشغل الواحدة.

٢.٩.٦ خراطة السلبة Taper turning

لتنفيذ خراطة السلبة، تستخدم تبعاً لمقاييسها طرق متنوعة منها:

(أ) إمالة الراسمة العليا

يتم إمالة الراسمة بزاوية تساوي نصف زاوية المخروط.
الشكل (٦ - ١١) يوضح إمالة القلم ومقاييس السلبة.



الشكل (٦ - ١١): إمالة القلم ومقاييس السلبة.

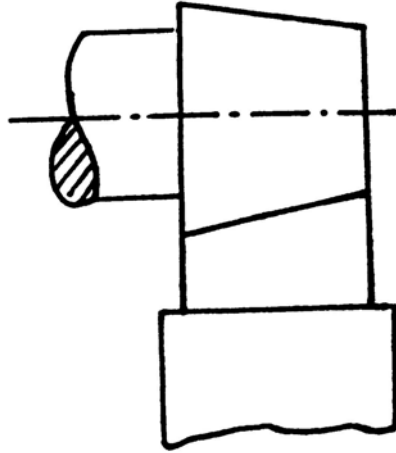
يتم حساب الزاوية عبر القانون التالي

$$\alpha = D - d / 2 L$$

(أ) استخدام قلم تشكيل

يستخدم قلم خراطة تشكيل عريض لتنفيذ السلبات الخارجية القصيرة، مع إمالة القلم بمقدار نصف زاوية السلبة أو استخدام قلم به ميل.

الشكل (٦ - ١٢) يوضح طريقة قلم التشكيل.



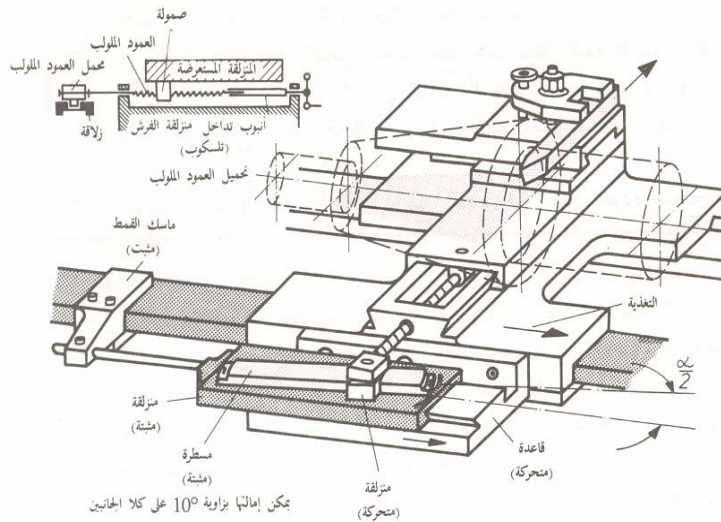
الشكل (٦ - ١٢): طريقة قلم التشكيل.

(ج) استخدام مسطرة السلبة

تعتبر هذه الطريقة لإنتاج السلبة شبيهة بخراطة النسخ. تستخدم حتى زاوية سلبة 10° وبطول سلبة ٥٠٠ - ٧٥٠ مم.

يتم إمالة المسطرة (المجري) بمقدار نصف زاوية المخروط. نتيجة حركة الدليل داخل المجري يتم إجبار القلم المتصل به على أن يؤدي نفس الحركة.

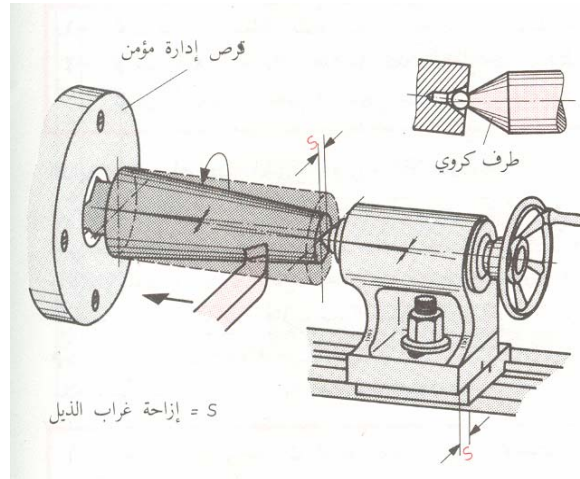
الشكل (٦ - ١٣) يوضح طريقة مسطرة السلبة.



الشكل (٦ - ١٣): طريقة مسطرة السلبة.

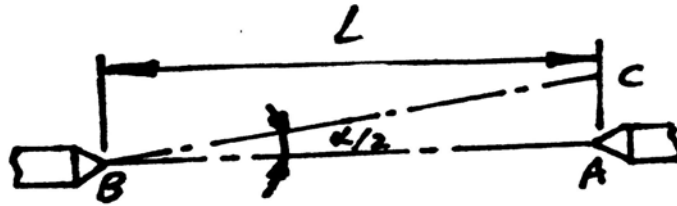
ح) عبر تحريك الغراب المتحرك بعيداً عن مركز الشغلة

تعتبر طريقة قليلة الاستخدام لأنها تتيح ميل قليل فقط. يتم حساب إبعاد الذنب عن مركز الشغلة بدلالة مقاييس السلبة. المثال التالي الموضح في الشكل (٦ - ١٤) يبين طريقة الحساب.



الشكل (٦ - ١٤ أ): طريقة إبعاد ذنب الغراب المتحرك عن مركز الشغلة.

كمثال على عملية الحساب: حدد مسافة إبعاد ذنب الغراب المتحرك عند طول السلبة ٢٣٥ ملم وزوايتها ٦° انظر الشكل التالي.



الشكل (٦ - ١٤ ب): كيفية حساب مسافة إبعاد ذنب الغراب المتحرك عن مركز الشغلة

$$AC = 235 \cdot \tan 6^\circ = 235 \cdot 0.0523 = 12.3 \text{ mm}$$

في حالة إعطاء مقدار ميل السلبة بطريقة مثلاً ٢٠:١ (أي كل ٢٠ ملم ينقص القطر بمقدار

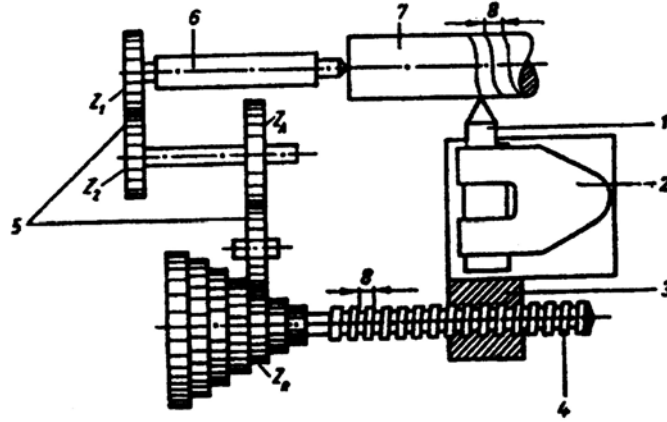
١ مم) فإن مسافة إبعاد الذنب عن المركز تحدد كما يلي:

$$\text{الميل في الطول الكلي للسلبة} = 20 / 235 = 11.75 \text{ مم}$$

$$\text{مسافة إبعاد الذنب} = 2 / 11.75 = 0.88 \text{ مم}$$

٦. ٩. ٣) خراطة اللولب Screw turning

الشكل (٦. ١٥) يوضح التركيبية الضرورية لتنفيذ خراطة لولب.



الشكل (٦. ١٥): تركيبية خراطة اللولب

يشترط لقطع اللولب على الشغلة (٧) وجود تناسق بين دوران عمود الإدارة (٦) (أي دوران الشغلة) ودوران عمود اللولب (٤) (أي تقدم القلم). لتحريك العربة عبر عمود اللولب، يجب أن يعشق العمود ويفصل عمود الجر، ثم تغلق الصامولة المشقوقة (٣) (أي الجشمة) على العمود. ولضمان الحصول على خطوة اللولب المطلوب (٨)، يجب أن يكون هناك تناسق بين عدد أسنان الترس الذي يدير عمود الدوران (Z_1) والترس (Z_2) المتصل بعمود اللولب الذي خطوته (٨) ثابتة وذلك عبر العلاقة:

عدد أسنان ترس الإدارة (س_١) / عدد أسنان ترس عمود اللولب (س_٢)

= الخطوة المطلوبة (خ_٢) / خطوة عمود اللولب (خ_١)

$$س_١ / س_٢ = خ_١ / خ_٢$$

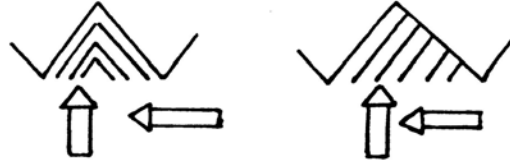
مثلا بافتراض أنه يطلب قطع لولب خطوته = ٣ مع معرفة أن خطوة عمود اللولب = ٦

$$س_١ / س_٢ = ٦ / ٣ = ٢ / ١$$

بمعنى أن عدد أسنان ترس عمود الإدارة تساوي نصف عدد أسنان ترس عمود اللولب.

لضمان أن يدور الترسان في اتجاه واحد، يجب أن يتواجد بينهما ترس وسيط بأي عدد من الأسنان.

بعد اختيار وتركيب القلم المناسب (١) وتحديد ظروف القطع من الجداول، تتم خراطة اللولب بأسلوبين كما يتضح ذلك من الشكل (٦ - ١٦).



الشكل (٦ - ١٦): طرق تنفيذ قطع اللولب على المخرطة.

تمارين:

- (١) اشرح عملية الخراطة.
- (٢) اذكر عمليات الخراطة.
- (٣) اذكر أسباب تنوع المخارط.
- (٤) اذكر خمسة أنواع مختلفة من المخارط.
- (٥) اختر الإجابة الصحيحة:
 - (أ) تستخدم مخرطة الذنب عندما يكون عدد الشغلات وشكلها :
 - كبيراً جداً.
 - متنوع جداً.
 - متنوع والأشكال معقدة جداً.
 - (ب) تستخدم المخرطة البرجية عندما :
 - يكون وزن الشغلة كبيراً.
 - يكون عدد الشغلات كبيراً جداً.
 - الشغلة يتعدد بها عمليات القطع.
 - (ج) المخرطة الرأسية تستخدم لعمليات:
 - الخراطة الطولية فقط.
 - الخراطة الواجهية فقط.
 - كلا النوعين للشغلات الضخمة.
 - (ح) المخرطة الناسخة تستخدم.
 - في الورش.
 - للقطع المعقدة ذات العدد القليل.
 - قطعة عالية الجودة بعدد كبير.
- (٦) وضح مع الرسم مكونات المخرطة.
- (٧) اذكر مهمة الفرش ومما يصنع ولماذا؟
- (٨) ما هي مهمة الغراب المتحرك؟
- (٩) كيف يتم تحريك العربة؟
- (١٠) ما هي الخصائص التي يطلب توفرها في مجاري الفرش؟
- (١١) اذكر أربعة أنواع مختلفة من أقلام الخراطة.
- (١٢) لما تتواجد أقلام يمين وشمال؟

(١٣) ما هي أنواع المثبتات المستخدمة في الخراطة؟

(١٤) اختر الإجابة الصحيحة:

(أ) يستخدم الظرف عندما يكون:

- طول الشغلة < ١٠٠ مم. - قطر الشغلة > ١٠٠ مم. - طول الشغلة > ١٠٠ مم.

(ب) تستخدم الصينية عندما يكون:

- طول الشغلة < ١٠٠ ملم. - تثبت الشغلة من موضع غير دائري المقطع. - قطر الشغلة > ١٢ مم.

(ت) يستخدم الظرف القابض عندما يكون:

- قطر الشغلة > ١٢ مم - طول الشغلة > ١٠٠ مم - تثبت شغلات غير متماثلة.

(١٥) متى تستخدم الخناقة المتحركة أو الثابتة؟

(١٦) متى يستخدم مساعد الإدارة؟ ولماذا؟

(١٧) كم هو عدد أقلام الخراطة القياسية؟

(١٨) اذكر أربعة أقلام خراطة مختلفة؟

(١٩) لما يوجد قلم خراطة شمال ويمين؟

(٢٠) ما هي مكونات الزمن الكلي في الخراطة؟

(٢١) ماذا يشمل زمن الاستعداد من عمليات؟

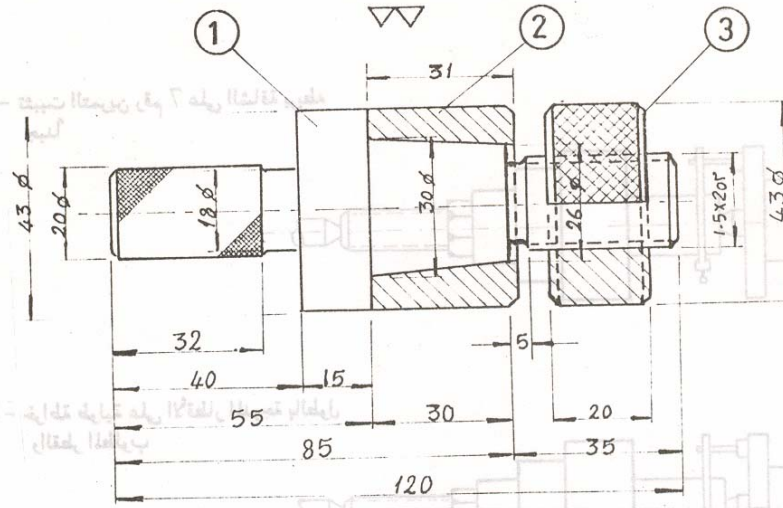
(٢٢) كيف يحسب زمن القطع في الخراطة؟

(٢٣) ما المقصود بالتحضير التكنولوجي؟

(٢٤) ما هي خطوات التحضير التكنولوجي لعمليات الخراطة؟

(٢٥) ما هي أسس اختيار المخرطة المناسبة؟

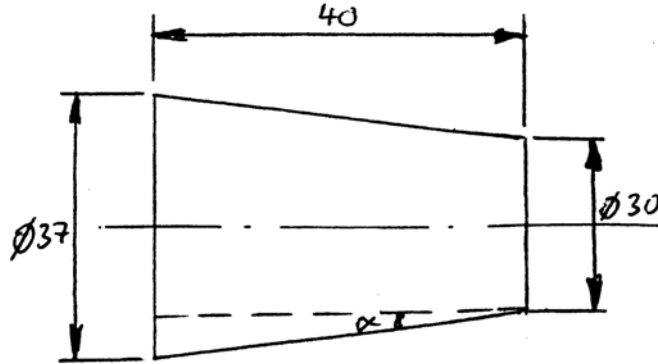
(٢٦) وضح تسلسل عمليات خراطة الجزء (١) من الشغلة التالية:



(٢٧) ما هي طرق تنفيذ السلبة على المخرطة؟

(٢٨) اشرح طريقة إمالة الراسمة العليا.

(٢٩) احسب زاوية إمالة الراسمة العليا للسلبة التالية:



(٣٠) احسب مسافة إبعاد ذنبه الغراب المتحرك لخراطة السلبة التي طولها ٢٥٠ و زاويتها ٥°.

(٣١) ارسم تركيبية خراطة لولب على المخرطة.

(٣٢) احسب قدرة الموتور الكهربائي المطلوب توفرها بالمخروطة لخراطة شغلة بالمعطيات التالية:

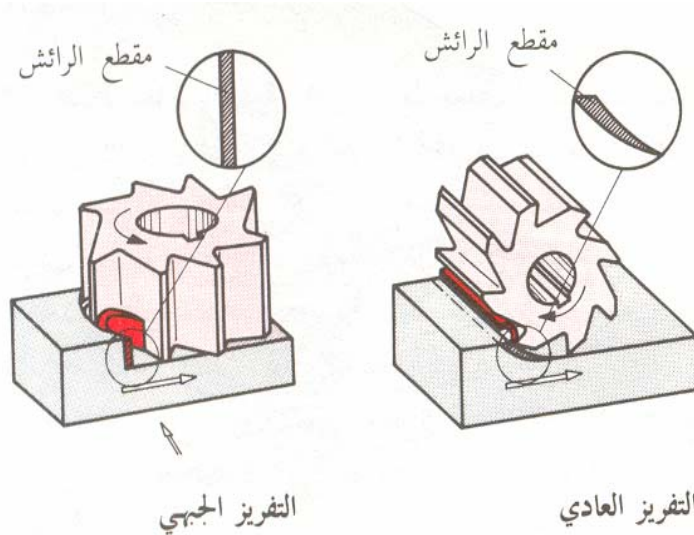
- عمق القطع = ٤ مم
- قطر الشغلة = ٦٠ مم
- سرعة القطع = ٢٥ م / دقيقة
- سرعة التغذية = ٠,٤ ملم / دورة
- مادة الشغلة هي زهر رمادي ٢٠
- مادة الأداة هي صلب سريع القطع
- معامل استغلال القدرة $\eta = ٠,٨$

الفصل السابع :التفريز Milling

٧-١ مقدمة

يعتبر التفريز أحد أهم طرق تشغيل المعادن. ويستخدم التفريز أساساً لتشغيل القطع المنشورية ويمتاز بالإنتاجية العالية نسبة لتعدد حدود القطع مقارنة بالكشط والنطح حيث تستخدم أداة قطع ذات حد قاطع واحد.

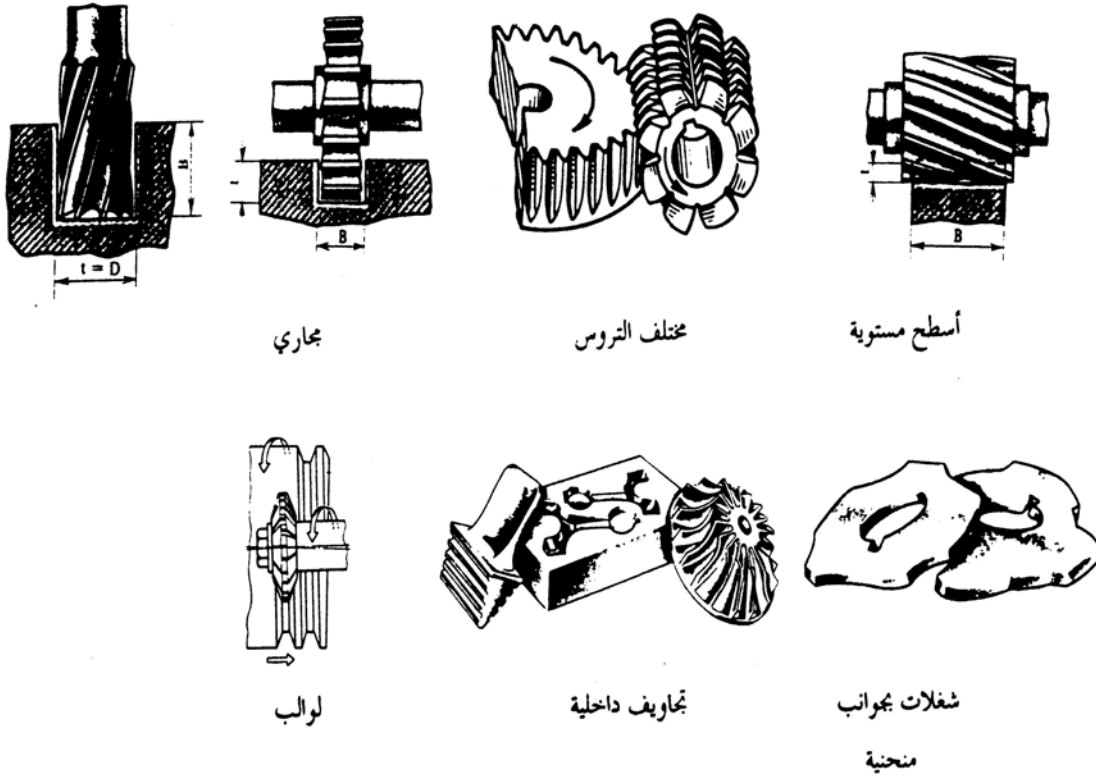
في التفريز تؤدي الشغلة ، المثبتة على المنضدة أو في الملزمة ، حركة تغذية مستقيمة، وتؤدي الأداة (سكينة التفريز) ، والمثبتة في مقدمة عمود الإدارة، حركة القطع الدائرية. يكون محور السكينة موازياً لسطح الشغلة في حالة التفريز المحيطي (Peripheral milling) ومتعامداً معه في حالة التفريز الواجهي (Face milling). الشكل (٧ - ١) يوضح طريقة التفريز لتشغيل المعادن.



الشكل (٧ - ١) : طريقة التفريز.

٢.٧) استخدامات التفريز Milling applications

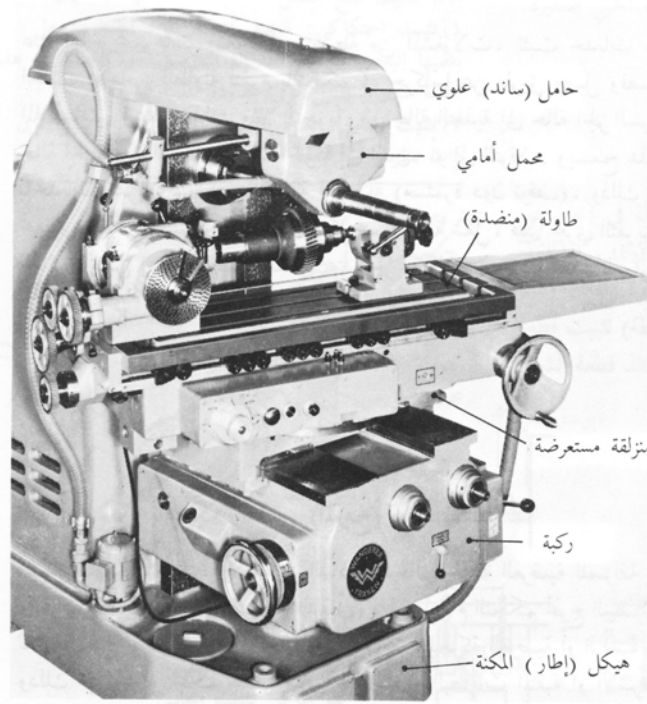
يستخدم التفريز في إنتاج أشكال متعددة مثل الأسطح المستوية ، التروس ، المجاري ، الحواف المنحنية ، حفر داخلي وكذلك اللوالب الكبيرة الخطوة والعمق. الشكل (٢.٧) يوضح استخدامات التفريز.



الشكل (٢.٧): استخدامات التفريز.

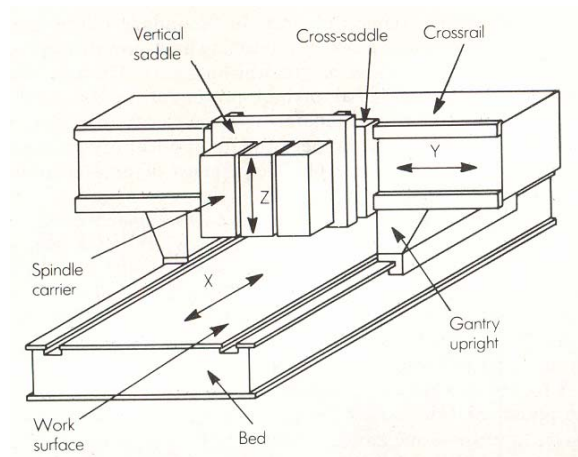
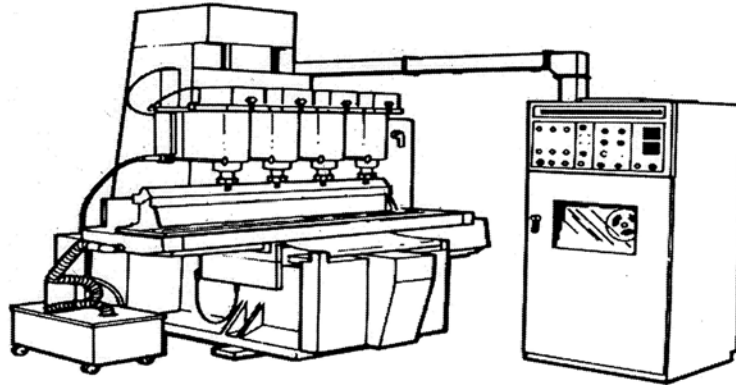
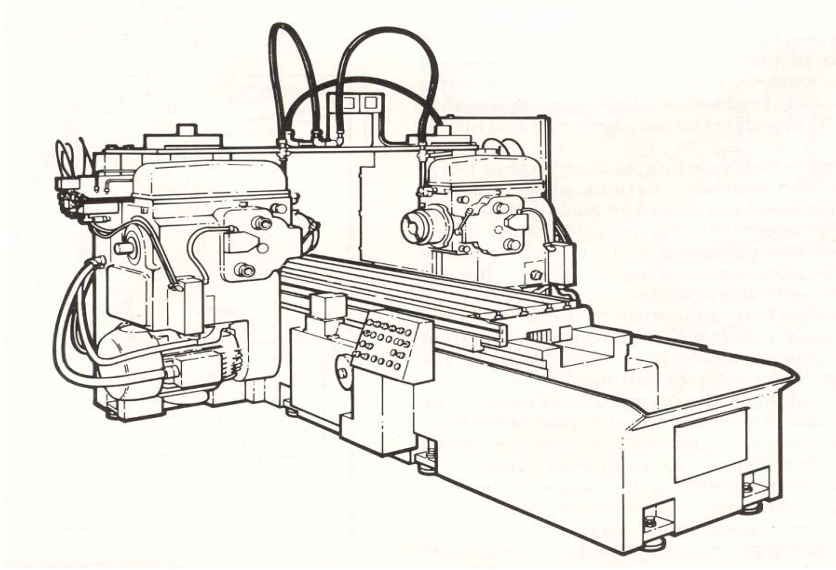
٢.٧) آلات التفريز Milling machines

يوجد نوعان أساسيان هما : آلة التفريز الرأسية تستخدم في التفريز الواجهي وآلة التفريز الأفقية وتستخدم في التفريز المحيطي. الشكل (٣.٧) يبين آلة تفريز أفقية.



الشكل (٧ - ٣): آلة تفريز أفقية.

تتواجد بالمصانع آلات إنتاجية بها بعض التحوير لكي تناسب الإنتاج بأعداد كبيرة. الشكل (٧ - ٤) يوضح أمثلة لآلات تفريز إنتاجية. أولاً آلة تفريز ذات رأسين، ثم آلة متعددة الرؤوس، ثم أخيراً آلة تفريز ذات قنطرة للشغلات الضخمة.

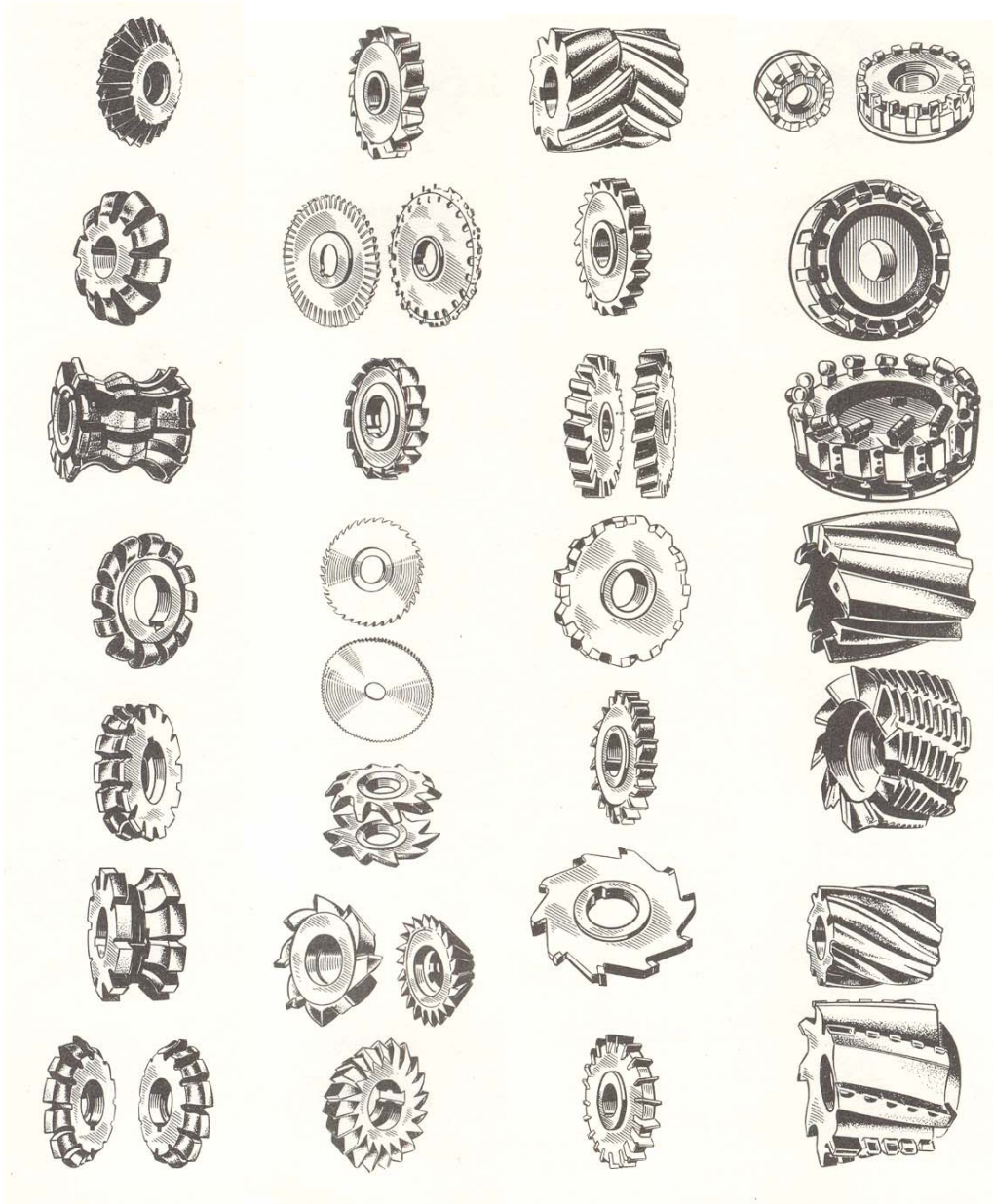


الشكل (٧ - ٤): أمثلة لآلات تفريز إنتاجية

٧ - ٤) سكاكين التفريز Milling cutters

توجد أنواع عديدة من سكاكين التفريز وذلك بسبب تعدد استخدامات التفريز. تختلف سكاكين التفريز تبعاً لما يلي:

- لموضع أسنانها هل هي على المحيط أم على الواجهة
 - لقطر السكينة فبعضها صغير جداً وأخرى كبيرة لتتناسب مع أسطح الشغلات
 - لعدد الأسنان فهو كبير عند تفريز المعادن الصلدة وصغير للطرية.
 - لأشكالها حتى يمكن إنتاج مجاري ، تروس ، لولب ، أسطح مستوية.
 - لشكل مجاري الرايش فهي أما مستقيمة ، أو منحنية ، أو حلزونية.
- الشكل (٧ - ٥) يبين أنواع مختلفة من سكاكين التفريز.



الشكل (٧-٥): سكاكين التفريز.

٧ - ٥) ظروف القطع في التفريز

أحد اختلافات القطع التفريز عن القطع بالخراطة في أن الأول تستخدم فيه أداة قطع متعددة الحدود، لذا تعطي الجداول سرعة التغذية بالنسبة للسِّن الواحد (أي حد القطع الواحد). ويتم حساب سرعة التغذية التي هي سرعة تقدم المنضدة بالقانون التالي:

$$f_t = f_z \cdot z \cdot n$$

حيث:

n هي سرعة دوران عمود الإدارة والتي تحسب كما سبق ذكره في الخراطة مع التعويض بقطر السكينة وليس بقطر الشغلة.

Z عدد أسنان السكينة أو بتعبير آخر عدد الحدود بأداة القطع.

f_z سرعة التغذية بالنسبة للسن الواحد ، (تؤخذ من الجداول).

f_t سرعة تغذية منضدة آلة التفريز بالـ مم.

الجدول (٧ - ١) يوضح سرعتي القطع والتغذية بالنسبة للسن في عمليات تفريز مختلف المعادن وذلك باستخدام سكاكين حدود قطعها من الصلب سريع القطع ومن الكريد.

المادة	مقاطع التفريز المصنوعة من الفولاذ سريع القطع HSS									مقاطع التفريز المصنوعة من معدن صلد HM	
	التغذية لكل سنّة $f_t =$ (mm لكل سنّة)									سرعة القطع v_c (m/min)	سرعة التغذية لكل سنّة f_t (mm لكل سنّة)
	أنواع مقاطع التفريز (انظر الأشكال)									سرعة القطع v_c (m/min)	سرعة التغذية لكل سنّة f_t (mm لكل سنّة)
	5	7	6	3	2	1	5	7	6		
حديد زهر رمادي GG-15	0,3	0,2	55...65	0,3	0,07	0,07	0,07	0,15	0,2	18...22	0,3
GG-25	0,3	0,2	45...60	0,3	0,07	0,07	0,07	0,15	0,2	16...20	0,3
حديد زهر طروق أبيض GTW-40	0,2	0,15	45...60	0,3	0,07	0,07	0,07	0,2	0,2	16...20	0,2
فولاذ St 50... 60	0,2	0,15	80...120	0,3	0,07	0,07	0,07	0,15	0,2	20...24	0,2
St 60... 70	0,2	0,15	70...100	0,2	0,06	0,06	0,06	0,1	0,15	18...20	0,2
St 70... 85	0,2	0,15	60...100	0,2	0,06	0,06	0,06	0,1	0,1	12...16	0,2
St 80...110	0,15	0,1	60...90	0,15	0,06	0,06	0,1	0,1	0,15	12...16	0,15
St 100...120	0,1	0,1	60...90	0,1	0,05	0,05	0,07	0,1	0,1	10...14	0,1
فولاذ صب GS-45	0,2	0,15	50...80	0,2	0,07	0,07	0,07	0,15	0,15	16...20	0,2
سبائك نحاس CuSn	0,2	0,15	80...100	0,2	0,07	0,07	0,07	0,15	0,15	40...50	0,2
CuZn	0,3	0,2	100...120	0,3	0,07	0,07	0,07	0,2	0,2	50...60	0,3
ألومنيوم Al	0,2	0,1	400...800	0,15	0,07	0,07	0,07	0,1	0,1	250...350	0,2
ألومنيوم G-Al مصبوب	0,2	0,15	400...600	0,15	0,07	0,07	0,07	0,1	0,1	250...350	0,2
لدائن (مواد اصطناعية)	0,3	0,2	160...200	0,15	0,07	0,07	0,1	0,15	0,15	55...70	0,3

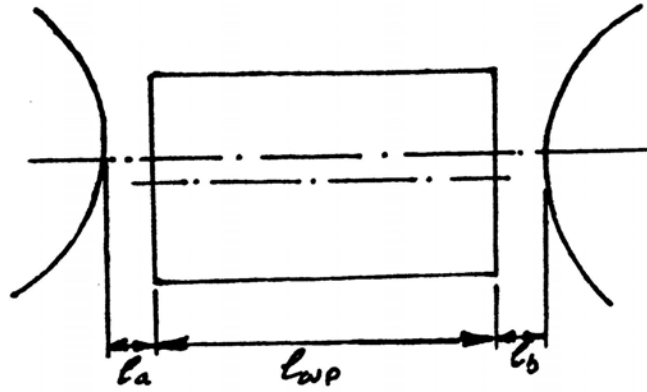
الجدول (٧ - ١): ظروف القطع عند التفريز.

٦-٧ حساب زمن القطع في التفريز

يتم حساب زمن القطع عبر قسمة المسافة التي تتحركها الأداة (المنضدة) بسرعة التغذية على السرعة التي تتحرك بها. تحدد مسافة التحرك كما في الخراطة عبر جمع مسافة ما قبل التلامس مع الشغلة مع طول الشغلة و المسافة التي تضمن خروج السكينة من منطقة القطع.

$$L = l_b + l_{wp} + l_a [mm]$$

الشكل (٦.٧) يوضح هذه المسافات الثلاث في التفريز.

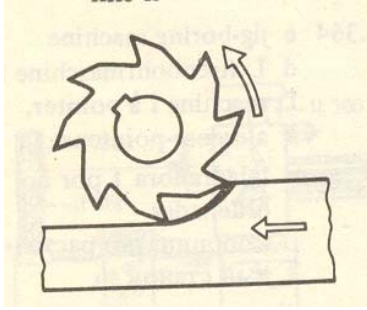


الشكل (٦.٧): مسافة القطع الكلية في التفريز.

٧.٧ حساب قوة وقدرة القطع بالتفريز

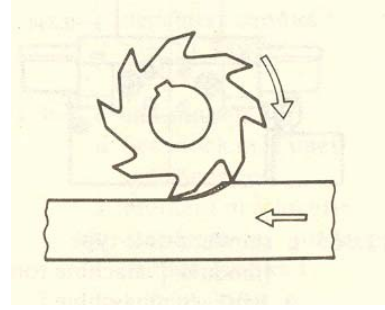
كما سبق ذكره فهناك نوعين أساسيين من التفريز هما: التفريز المحيطي والتفريز الواجهي. تعتمد التسمية على مكان تواجد حدود القطع بالسكين. ففي المحيطي تتواجد حدود القطع على محيط السكين أما في الواجهي فهي على واجهة السكين. سوف يتم توضيح خصائص كل نوع باختصار وكذلك كيفية تحديد السمك المتوسط للرايش، لأن الرايش في التفريز ليس ثابت السمك كما في الخراطة. كما سيتم تحديد عدد الأسنان المشارك في القطع، لأن عدد معين منها يشارك في القطع بينما الأسنان الأخرى تكون بعيدة عن منطقة القطع ولذا فإن قوة القطع تنشأ فقط عن تلك الأسنان المشاركة في القطع وليس عن كل أسنان السكينة.

١.٧.٧) التفريز المحيطي



تفريز للأعلى Conventional milling

يمتاز بكبر الاحتكاك مما يعطي عمراً أقل للأداة ولكنه يعطي سطحاً ناعماً للشغلة. يفضل استخدامه لتشغيل الأسطح الخشنة مثل أسطح المسبوكات الرملية و أسطح المطروقات ذات القشرة الأكسيدية.



تفريز للأسفل Climb milling

يمتاز بقلّة الاحتكاك مما يعطي قوة قطع أقل وبالتالي عمراً أطول للأداة. يمكن فيه القطع بعمق كبير وسرعة تغذية أكبر.

تحسب قوة القطع فيه تبعاً للقانون

$$F_{\text{total}} = F_c \cdot Z_{ie}$$

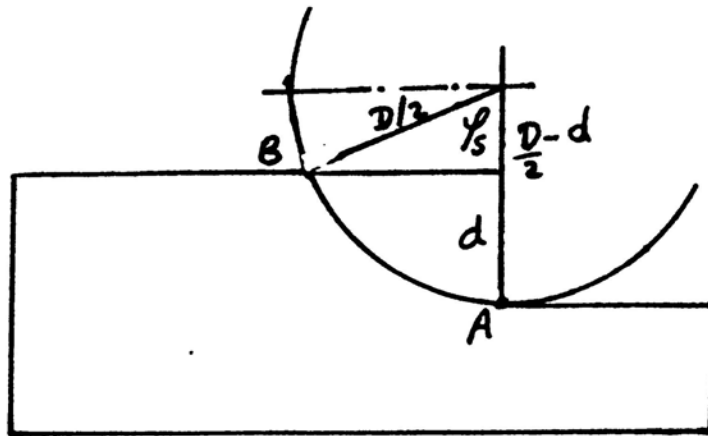
$$Z_{ie} = Z \cdot \phi_s / 360$$

$$\cos \phi_s = 1 - 2d / D$$

حيث:

عدد الأسنان المشارك في القطع.	Z_{ie}
عدد حدود القطع بالسكينة.	Z
زاوية قوس القطع.	ϕ_s
عمق القطع.	d
قطر سكينة التفريز.	D

الشكل (٧.٧) يوضح كيفية تحديد زاوية قوس القطع عبر علاقات هندسية بسيطة.



الشكل (٧ - ٧) : قوس القطع ، زاويته والأسنان المشاركة في القطع.

$$\cos \phi_s = ((D / 2 - d) / (D / 2)) = 1 - 2d / D$$

$$Z_{ie} / Z = \phi_s / 360$$

$$Z_{ie} = (Z \cdot \phi_s) / 360$$

لتحديد قوة القطع بالنسبة للسِّن الواحد ، يستخدم نفس القانون كما في الخراطة وهو:

$$F_c = b \cdot h_m \cdot k_s$$

$$k_s = k_{s.1.1} / h_m$$

$$H_m = (114.6 / \phi_s) \cdot f_z \cdot (d / D)$$

حيث : h_m متوسط سمك الرايش (مم).

تحسب قدرة القطع كما في الخراطة. وتحدد قدرة الآلة عبر مراعاة معامل استغلال القدرة.

٢.٧.٧) التفريز الواجهي

تتيح هذه الطريقة تفريز أسطح كبيرة وكذلك استخدام سرعة تغذية عالية نسبة لجودة تسريب الحرارة المتولدة. تقل في هذه الطريقة الاهتزازات الناتجة عن القطع.

لتحسين اصطدام السكين بالشغلة في هذه الطريقة للتفريز، يراعى عدم انطباق محورها مع محور الشغلة ووجود بروز للسكين، أي أن قطر السكين يختار دائماً أكبر من عرض الشغلة.

مقدار بروز السكينة u يحدد بالعلاقة التالية:

$$u = 0.05 d$$

d للمواد ذات الرايش القصير

d للمواد ذات الرايش الطويل

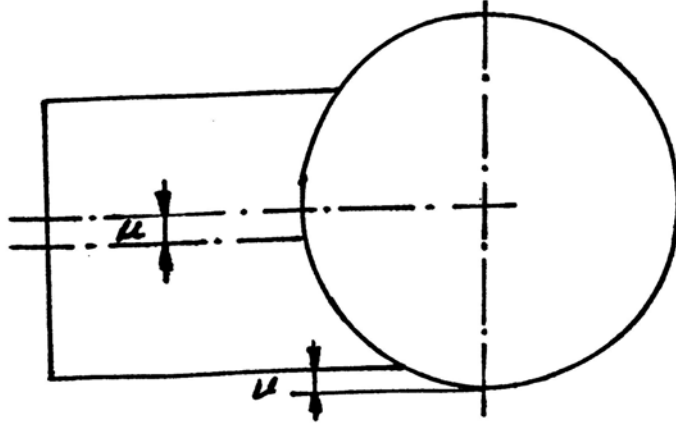
(الزهر وسبائك نحاس)

(الصلب والألومنيوم)

$$D = 1.33 \cdot b$$

$$d = 1.66 \cdot b$$

الشكل (٨ - ٧) يوضح عملية تحديد وضع سكينة التفريز الواجهية.

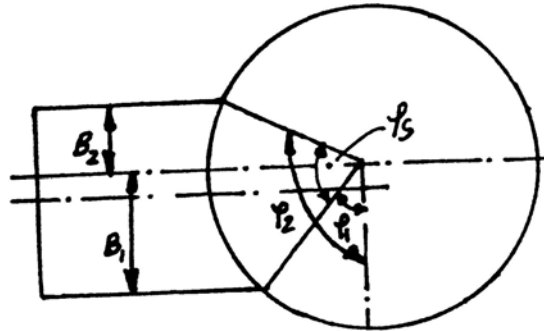


الشكل (٨ - ٧) : وضع السكين في التفريز الواجهي.

١.٢.٧.٧ حساب قوة القطع

تحسب القوة بنفس القانون المستخدم في التفريز المحيطي ، ولكن يحسب متوسط سمك الرايش بطريقة أخرى.

نتيجة لعدم انتظام شكل الرايش يتم حساب متوسط سمك الرايش h_m والتي يحتاج تحديده إلى تحديد زاوية قوس القطع وكذلك عدد الأسنان المشارك بالقطع. انظر الشكل (٩ - ٧).



الشكل (٩ - ٧) : قوس القطع وزاويته في التفريز الواجهي.

يحسب متوسط سمك الرايش من العلاقة التالية:

$$h_m = (57.3 / \phi_s) \cdot f_z \cdot \sin \chi (\cos \phi_1 - \cos \phi_2)$$

$$\phi_s = \phi_2 - \phi_1$$

$$\cos \phi_1 = 2 B_1 / D$$

$$\cos \phi_2 = 2 B_2 / D$$

$$z_{ie} = z \cdot \phi_s / 360^\circ$$

حيث:

 Z_{ie} هو عدد الأسنان المشارك في القطع. Z هو عدد أسنان السكينة. χ هي زاوية المقابلة. D هو قطر السكين. d هو عمق القطع.**مثال (٨ - ١) على التفريز المحيطي**

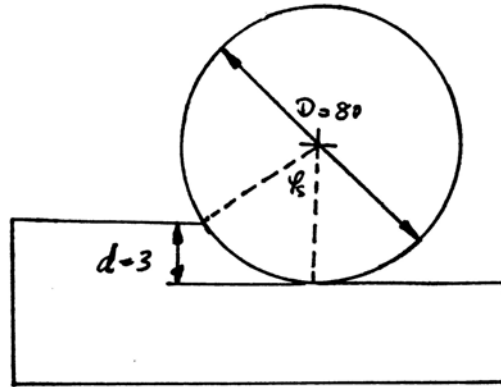
قطعة من الصلب ST 50 (صلب طري مقاومة شدة 50 Kp/mm) مطلوب إنقاص ارتفاعها بمقدار ٣ مم وتحديد قدرة القطع. انظر الشكل (٧ - ١٠).

معطى:

مادة الحد القاطع H.S.S.

عدد الأسنان $Z = 8$ قطر السكينة $D = 80$ مم

عرض الشغلة = 50 مم

 $\gamma = 12^\circ$ $\chi = 90^\circ$ 

الشكل (٧ - ١٠): شكل المثال (٨ - ١)

الحل:

بمعرفة نوع التفريز، مادة الأداة، مادة الشغلة وعمق القطع d ، يمكن

من الجداول تحديد:

$$f_z \text{ (التغذية / سن) } = 0.1 \text{ ملم / سن.}$$

$$V \text{ (سرعة القطع) } = 25 \text{ م / دقيقة.}$$

$$0.26 = z \quad 199 = K_{s.1.1}$$

$$[kW] P_c = F_{total} \cdot V / 102 \cdot 60$$

$$F_{total} = F_c \cdot z_{ie}$$

$$z_{ie} = z \cdot \phi_s / 360^\circ$$

$$\cos \phi_s = 1 - 2d / D$$

$$= 1 - (2 \cdot 3 / 80)$$

$$= 1 - (6 / 80)$$

$$= 80 - (6 / 80)$$

$$= 74 / 80$$

$$= 0.925$$

$$\phi_s = 22^\circ 20' = 22.33^\circ$$

$$z_{ie} = (8 \cdot 22.33) / 360 = 0.497$$

$$F_c = b \cdot h_m \cdot k_s$$

$$h_m = (114.6 / 22.33) \cdot 0.1 \cdot (3 / 80) = 0.0193 \text{ mm}$$

$$k_s = k_{s.1.1} / h^z = 199 / 0.0193^{0.26} = 5600 \text{ N} \cdot \text{mm}^2$$

$$F_c = 50 \cdot 0.0193 \cdot 5600 = 540.4 \text{ N}$$

$$F_{total} = 540.4 \cdot 0.497 = 268.6 \text{ N}$$

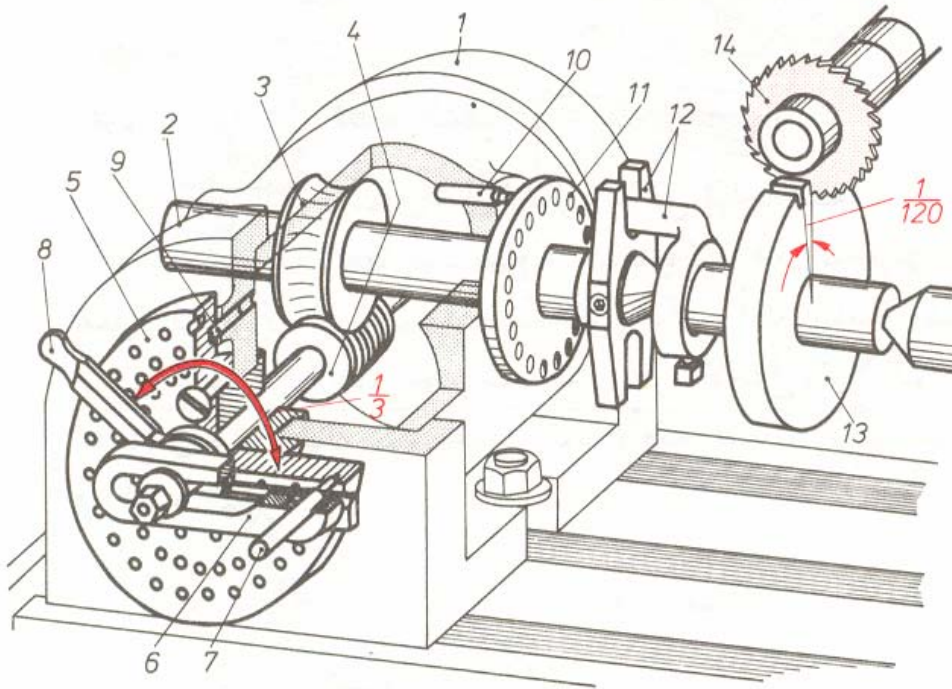
$$P_c = 268.6 \cdot 25 / 6120 = 1.1 \text{ kW}$$

٨.٧) تفريز ترس عدل Spur gear

تعتبر التروس أحد القطع الهندسية المميزة حيث يتكرر فيها قطع تجويف السن بانتظام. ويحتاج انتظام القطع وتكرره إلى إمكانية تحريك الكتلة الأولية لمسافة محددة وثباتها على هذه الوضعية حتى إتمام قطع التجويف ثم تحريك الكتلة مرة ثانية. يتم تكرار ذلك حتى يكتمل فتح كل تجاويف أسنان الترس. يستخدم لذلك وسيلة تثبيت خاصة تسمى جهاز التقسيم (dividing head).

نظرية عمل جهاز التقسيم

الشكل (٧ - ١١) يبين جهاز التقسيم:



الشكل (٧ - ١٠): تركيب جهاز التقسيم وقرص به ثقوب على شكل دوائر

نظرية عمل جهاز التقسيم هي: عندما تدور الدودة (٤) المتصلة بالقرص المثقب (٥) ٤٠ دورة، تدور العجلة (٣) المثبتة على العمود (٢) دورة واحدة كاملة. بالتالي تدور الشغلة (١٣) المثبتة في مقدمة العمود كذلك دورة واحدة كاملة. لإدارة القرص جزءاً من دورة، يستخدم الخابور (٧) والمقص (٦) ودوائر الثقوب المختلفة المتواجدة على القرص. توجد أقراص ذات دوائر ثقوب (١٥ - ١٦ - ١٧ - ١٨ - ١٩ - ٢٠) و (٢١ - ٢٣ - ٢٧ - ٢٩ - ٣١ - ٣٣) و (٣٧ - ٣٩ - ٤١ - ٤٣ - ٤٥ - ٤٧ - ٤٩). إذن لإدارة الشغلة جزءاً

من دورة كاملة (يساوي المسافة من فراغ سن إلى الفراغ الذي يليه)، يجب أن نحدد هذا الجزء عبر
 قسمة ٤٠ على عدد الفراغات (الأسنان المطلوبة). يتم ضبط مسافة دوران القرص وتشغل الآلة ثم يتم
 التوقف وإدارة القرص للمسافة نفسها ثم تكرار القطع. القرص (١١) والإصبع (١٠) يستخدمان عند
 القطع المتكرر البسيط. مساعد الإدارة (١٢) مهمته ضمان دوران الشغلة لأنها مثبتة بين ذنبتين.
مثال:

مطلوب إنتاج ترس عدل عدد أسنانه ١٨ سن باستخدام جهاز تقسيم بسيط.

الحل:

عدد دورات قرص التقسيم لتحقيق المسافة بين فراغ و الآخر = $18 / 40 = 2 / 18$ و $18 / 4$
 إذن تنفذ دورتان بواسطة مقبض الخابور، ويثبت الخابور على بعد أربعة أجزاء من المقص على امتداد
 دائرة الثقوب ذات ١٨ ثقباً.

ملاحظة ١:

عند تكرار ذلك ١٨ مرة يكون القرص قد دار ٤٠ مرة وكذلك الدودة، بينما العجلة تكون قد
 دارت دورة واحدة وكذلك الشغلة وبهذا يكون قد تم قطع ١٨ تجويف أي ١٨ سن.

ملاحظة ٢:

لتنفيذ $12/4$ (أي التحرك مسافة أربعة أجزاء على دائرة ثقوب بها ١٢ ثقباً) ولعدم وجود دائرة بها ١٢
 ثقب، تستخدم دائرة بها ٢٧ ثقباً ونتحرك فيها مسافة ٩ أجزاء. وذلك لأن $27 / 9 = 3 / 1 = 12 / 4$.

ملاحظة ٣:

لتنفيذ ترس به ٥٩ سن . يتم قسمة $59/40$ لتحديد جزء الدورة المطلوب. ولأنه لا يوجد ناتج يمكن
 ضبطه على دوائر الثقوب، يستخدم جهاز التقسيم التفاضلي Differential Dividing head .
 تعتمد نظرية جهاز التقسيم التفاضلي على توصيل تروس خارجية (Z_1, Z_2, Z_3, Z_4) يمكن
 مع بقية جهاز التقسيم ، من تحقيق جزء الدورة المطلوب.

تمارين:

(١) اشرح عملية التفريز.

(٢) ما هي أنواع التفريز؟

(٣) ما هي استخدامات التفريز؟

(٤) اختر الإجابة الصحيحة:

(أ) تستخدم آلة التفريز العامة عندما:

- تنتج الشغلات - تنتج شغلة بأعداد كبيرة - تنتج شغلة كبيرة الحجم

(ب) آلة التفريز الإنتاجية تمتاز بـ:

- مجال كبير من سرعات القطع - مجال كبير من سرعات القطع والتغذية
- مجال سرعات محدود

(ج) يتم حفر القوالب المعدنية باستخدام:

- الكشط - النشر - الثقب - التفريز

(د) تستخدم آلة التفريز متعددة الرؤوس عندما:

- يطلب إنتاج عدد كبير من الشغلات - عندما يتعدد القطع بشغلة واحدة
- يطلب إنتاج شغلة يتعدد فيها القطع ومطلوبة بأعداد كبيرة.

(٥) ما هي مكونات آلة التفريز؟

(٦) ما هي أسباب تنوع سكاكين التفريز؟

(٧) أجب بصواب أو خطأ:

- () - تحتاج الآلة الخاصة أن تتوفر خبرة كبيرة لدى العامل المشغل لها.
- () - آلة التفريز العامة تمتاز بإنتاجية كبيرة.
- () - يمكن استخدام سكين التفريز في آلة أفقية وفي آلة رأسية.
- () - تختلف زوايا الأداة في سكين التفريز عنها في قلم الخراطة.
- () - يختلف تركيب سكين التفريز عن تركيب قلم الخراطة.

(٨) كيف يتم تحديد سرعة تغذية المنضدة في التفريز؟

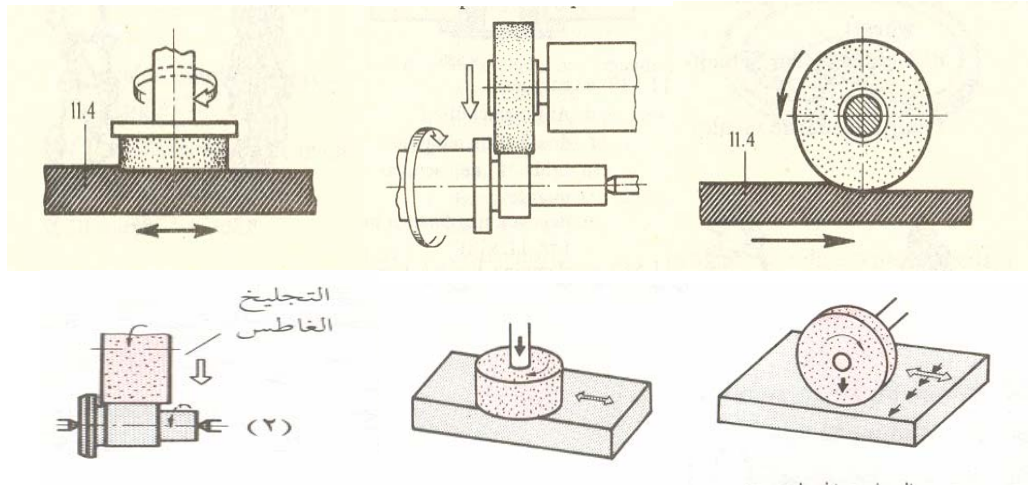
(٩) وضح علاقة سرعة التغذية وصلابة الصلب؟

- (١٠) ما هي علاقة سرعة القطع ومقاومة المعدن للشد؟
- (١١) علل إمكانية استخدام سرعات تغذية وقطع أكبر عند استخدام الكريبد مقارنة بالصلب سريع القطع.
- (١٢) وضح كيفية حساب زمن القطع في التفريز.
- (١٣) ما هما الاختلافان الأساسيان في حساب قوة القطع في التفريز مقارنة بالخراطة؟
- (١٤) ما هي أنواع التفريز المحيطي.
- (١٥) وضح ما يمتاز به كل نوع من أنواع التفريز المحيطي؟
- (١٦) وضح كيفية تحديد عدد الأسنان المشارك في القطع.
- (١٧) وضح كيفية تحديد متوسط سمك الرأش بالتفريز المحيطي.
- (١٨) وضح مزايا التفريز الواجهي.
- (١٩) لماذا يتفادى تطابق محور سكينه التفريز ومحور السطح المشغل؟
- (٢٠) كيف يحسب مقدار بروز السكين؟
- (٢١) كيف يحدد عدد الأسنان المشارك في القطع في التفريز الواجهي؟
- (٢٢) كيف يتم تحديد السمك المتوسط للرأش في التفريز الواجهي؟
- (٢٣) مطلوب إنقاص ارتفاع قطعة من الصلب الطري الذي مقاومة شده ٦٠٠ نيوتن / مم^٢ بمقدار ٤ ملم باستخدام سكينه حدود قطعها من الكريبد ، عدد أسنانها ١٢ سن وقطرها ٧٥ ملم . عرض الشغلة ٤٥ ملم وطولها ١٠٥ ملم.
- مطلوب تحديد قدرة المحرك الكهربائي عند معامل أستغلال القدرة ٠,٨ وكذلك حساب زمن القطع بافتراض أن مسافة التحرك قبل وبعد السطح المشغول تبلغ ٨ ملم.
- (٢٤) وضح تركيب جهاز التقسيم .
- (٢٥) اشرح نظرية عمل جهاز التقسيم.
- (٢٦) مطلوب إنتاج ترس عدل عدد أسنانه ٢٤ سن. حدد كيف يضبط جهاز التقسيم.
- (٢٧) لماذا يستخدم جهاز التقسيم التفاضلي؟ وما هي نظرية عمله؟

GRINDING :التجليخ الفصل الثامن

٨-١ مقدمة

يعتبر التجليخ أحد الطرق المهمة لتشغيل المعادن. وتتبع أهمية التجليخ من طبيعة أداة التجليخ والتي يتم بها إزالة أجزاء صغيرة جداً من المعدن تضمن الحصول على نعومة سطح عالية ودقة أبعاد كبيرة. تجليخ الأسطح هي عملية تشغيل يستخدم فيها عمق قطع صغير جداً ($0.002 - 0.03$ مم) ، وسرعة قطع عالية (تقوم بها الأداة) وسرعة تغذية بطيئة ($0.02 - 0.12$ ملم \ دورة ، تقوم بها الشغلة) لضمان الحصول على نعومة سطح عالية ولتحقيق دقة أبعاد عالية. في التجليخ الأسطواني ، تدور الشغلة لتوفير سرعة القطع وحجر التجليخ يدور ويتحرك بموازاة محور الشغلة لضمان توفير التغذية الضرورية. انظر الشكل (٨-١).



الشكل (٨-١): عملية التجليخ.

٨-٢ استخدامات التجليخ

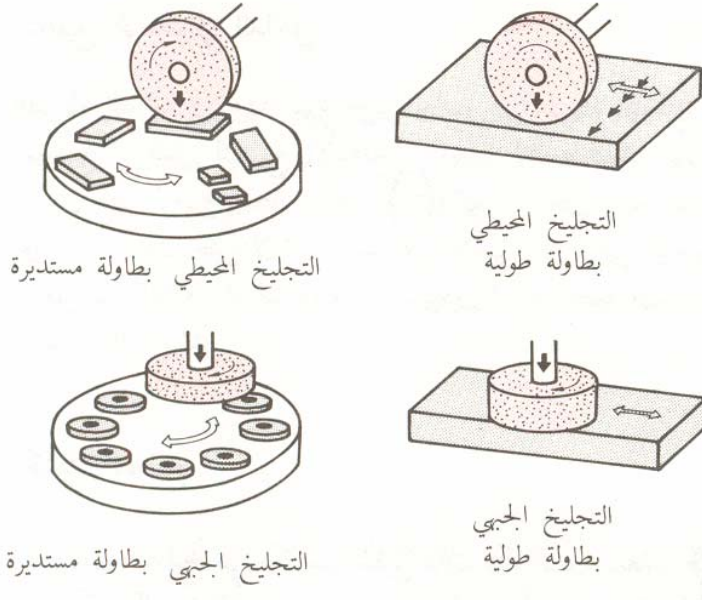
- تتعدد استخدامات التجليخ ويمكن حصرها فيما يلي :
- الحصول على أسطح ناعمة ، توجد ثلاث مستويات يمكن تحقيقها بالتجليخ وهي :
تجليخ عادي ($4 - 8 \mu m$) ، تجليخ ناعم ($1 - 4 \mu m$) وتجليخ ناعم جداً ($0.25 - 1 \mu m$).
- تحقيق دقة أبعاد عالية ، أي تنفيذ التفاوتات الضيقة.
- صيانة (إعادة شحذ) أدوات القطع لإعادة الحصول على زوايا الأداة الأصلية.

- تحقيق دقة الشكل مثل دقة الاستقامة ، دقة الدوران ، دقة التوازي والتعامد.
- قطع الكتل الأولية ، إزالة المغذيات والمصببات في المسبوكات وإزالة الزوائد في المطروقات واللحام.
- تشغيل المعادن عالية الصلادة مثل الزهر الأبيض والصلب عالي الكربون.

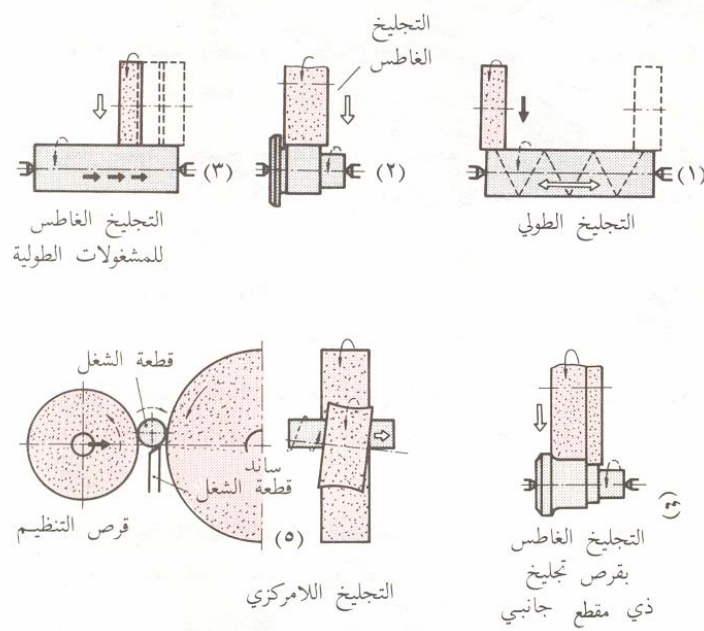
الشكل (٨ - ٢) يوضح عملية تجليخ الأسطح المستوية.

الشكل (٨ - ٣) يوضح عملية التجليخ الأسطواني.

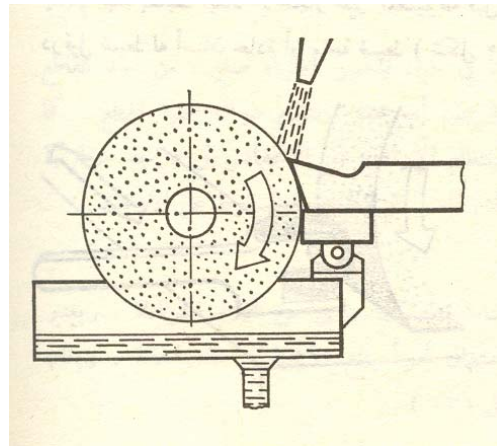
الشكل (٨ - ٤) يوضح عملية إعادة شحذ أدوات القطع (أسنان رأس تفريز).



الشكل (٨ - ٢) : تجليخ الأسطح المستوية



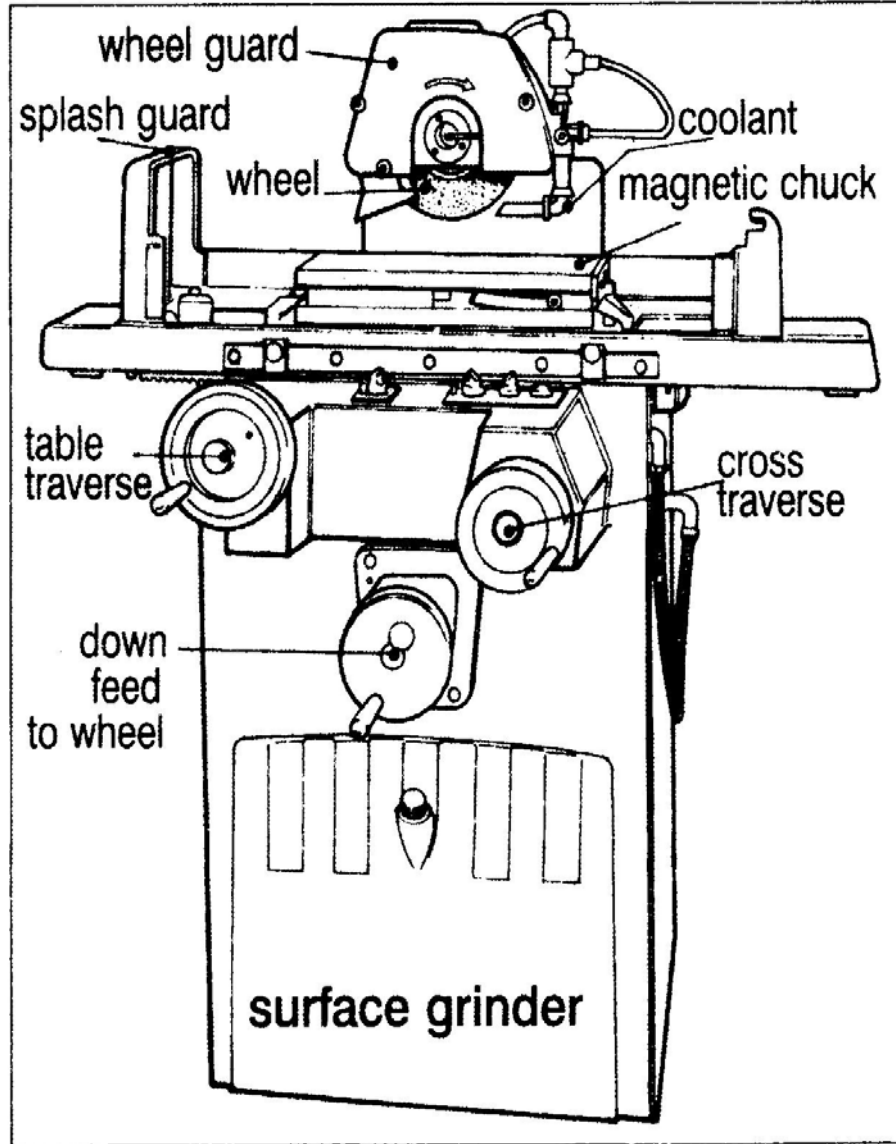
الشكل (٨ - ٣): التجليخ الأسطواني



الشكل (٨ - ٤): إعادة شحذ قلم خراطة

Grinding machines آلات التجليخ (٣.٨)

الشكل (٨ - ٥) يوضح مكونات آلة تجليخ أسطح مستوية.

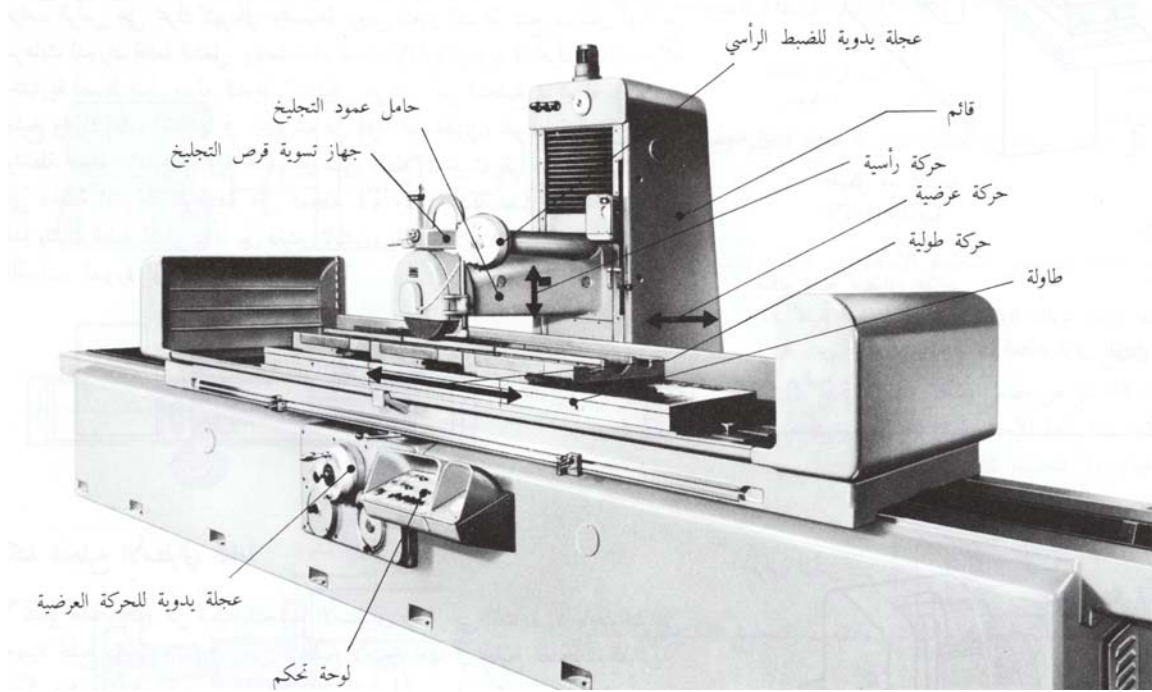


الشكل (٨ - ٥): آلة تجليخ أسطح مستوية.

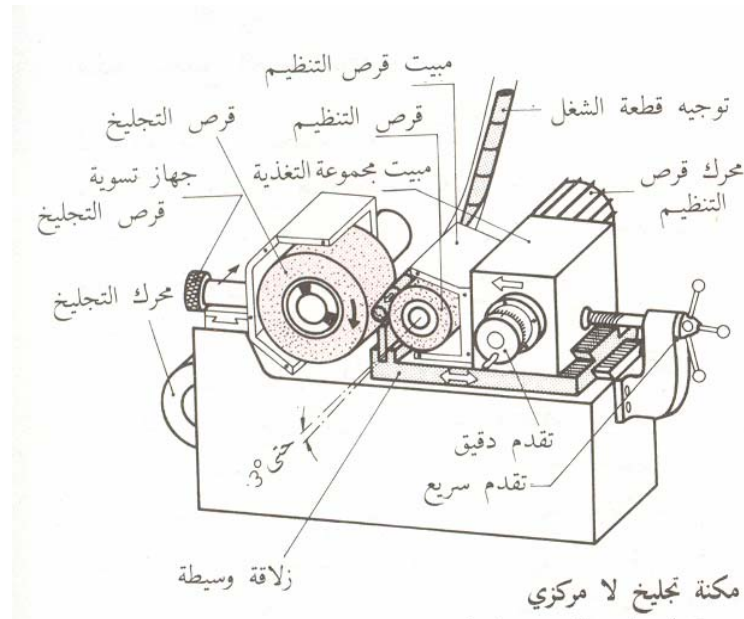
- المنضدة تحمل الشغلة حتى حجر التجليخ.
- حجر التجليخ يزيل جزء من مادة الشغلة.
- الشفط (مزيل الغبار) يزيل الغبار من منطقة التشغيل (الحجر).
- عجلة يدوية لتحريك المنضدة - توفر حركة طولية للمنضدة.

- عجلة يدوية للتغذية العرضية
- عجلة يدوية للتغذية الرأسية للمنضدة
- مصدات لمشاوير المنضدة
- الواقي wheel guard
- توفر حركة عرضية للمنضدة.
- ترفع أو تنزل حجر التجليخ (تغذية سريعة).
- تحدد مسافة تحرك المنضدة.
- لحماية المشغل من تفتت الحجر

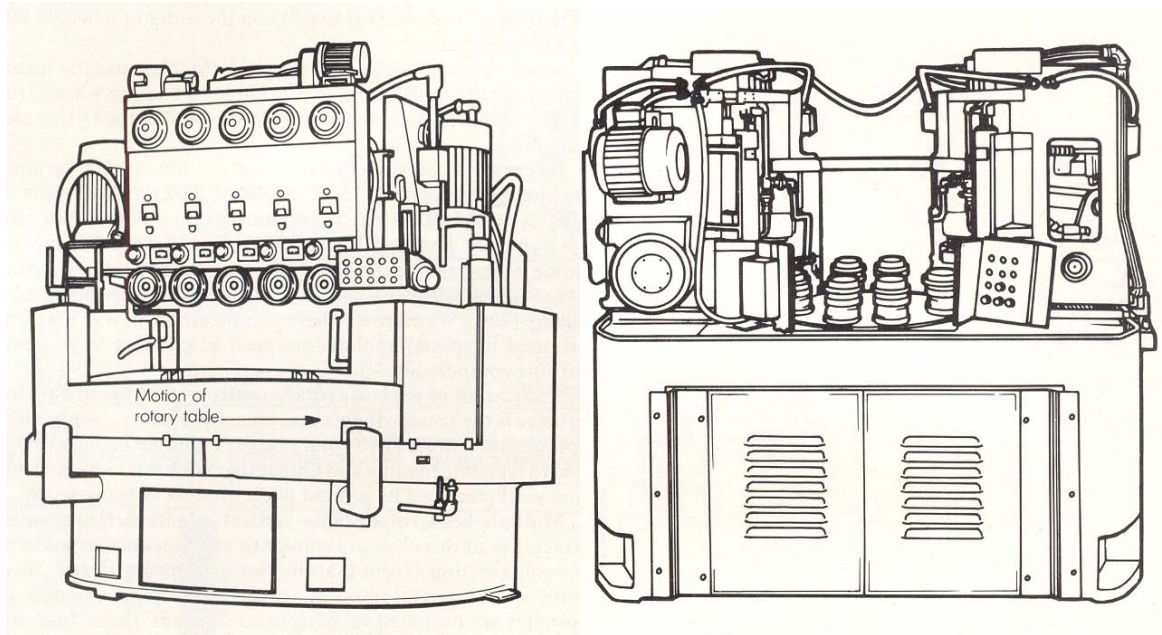
الأشكال (٦.٨)، (٧.٨)، (٨.٨) توضح آلات تجليخ إنتاجية.



الشكل (٦.٨) : آلة تجليخ للشغلات الضخمة.



الشكل (٨. ٧) : آلة تجليخ لا مركزي.



الشكل (٨. ٨) : آلات تجليخ متعددة أعمدة الدوران.

٨ - (٤) أحجار التجليل Grinding Wheels

تصنع الأحجار من مكونين، حبيبات القطع والمادة الرابطة والتي تثبت الحبيبات لتعطي شكل الحجر. توجد في داخل الحجر فراغات يطلق عليها اسم Voids . وتوجد أنواع مختلفة من الأحجار تبعاً للشكل الهندسي، وحجم ونوع الحبيبات، ونوع المادة الرابطة، وكثافة الحبيبات. ويهدف تنوع أحجار التجليل إلى ضمان ملائمة التنوع في مادة الشغلة، واختلاف أشكال الشغلات، وتعدد مواضع القطع وتنوع مدى نعومة الأسطح المطلوبة.

٨.٤.١ رمز الحجر Wheel symbol

نسبة لكثرة وتنوع الأحجار، يستخدم الترميز لتسهيل اختيارها للأعمال المختلفة والتعبير عنها في برامج التشغيل الرقمية وفي خطط الإنتاج. المثال التالي يوضح رمز حجر:

A 46 k 5 v

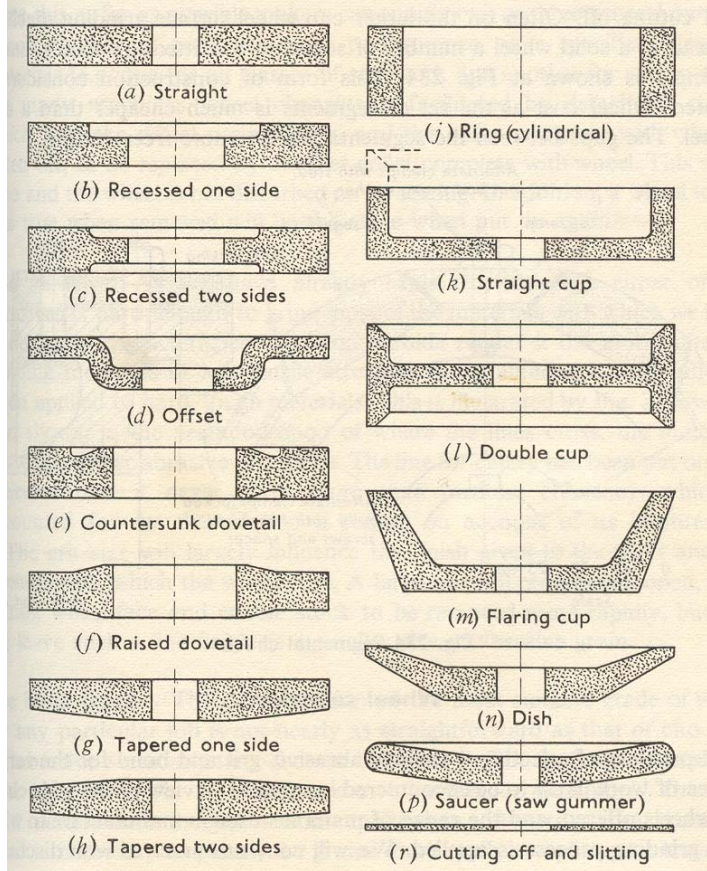
- الحرف الأول (A) يبين نوع مادة الحبيبات (A ألوينا و C تعني كربيد سيليكون).
- الرقم (٤٦) يوضح حجم الحبيبات (٨ - ٢٤ خشنة، ٣٠ - ٦٠ متوسطة، ٨٠ - ١٨٠ ناعمة، ٢٠٠ - ٦٠٠ ناعمة جداً). انظر جدول (٣).
- الحرف (k) يحدد درجة الحجر (A - D طري جداً، E - T طري، U - Y صلد، Z صلد جداً).
- الرقم (٥) يعطي معلومة عن كثافة الحجر (١ - ٨ كثيف، ٩ - ١٥ قليل الكثافة).
- الحرف الأخير (v) يوضح نوع المادة الرابطة.

توجد أنواع مختلفة من المواد الرابطة، وهي:

روابط خزفية	Vertified	V
أصماغ صناعية	Resinoid	B
مطاط	Rubber	R
شيلاك	Shellac	E
روابط سليكاتية	Sillicate	S
أكسيد ماغنيسيوم	Magnesia	Mg

٨. ٤. ٢) أشكال الأحجار Wheel shapes

الشكل (٨ - ٩) يبين أنواعاً مختلفة من أحجار التجليخ.



الشكل (٨ - ٩) : أشكال مختلفة لأحجار التجليخ.

٥.٨) اختيار الحجر Wheel selection

يتم اختيار الحجر تبعاً لضوابط عدة منها:

- حجر برابطة ضعيفة لتجليخ مادة صلبة لأن الحبيبات تتجدد بسهولة إنفصالها.
- حجر برابطة قوية لتجليخ مادة طرية مما يضمن عمراً أطول للحجر.
- حبيبات صغيرة الحجم للحصول على نعومة عالية.
- حبيبات كربيد السيلكون لتجليخ مواد مقاومة شديداً.
- حبيبات الألومينا لتجليخ مواد مقاومة شديداً ومتانتها عالية.
- حجر برابطة قوية كلما ازدادت سرعات القطع لضمان سلامة العامل.
- حجر برابطة قوية كلما ازدادت اهتزازات الآلة لضمان سلامة العامل.
- حجر برابطة قوية كلما قلت خبرة العامل لتقليل تلف الأداة.

٨ - ٦) ظروف القطع في التجليخ

الجدول (٨ - ١) يوضح ظروف القطع في التجليخ.

السرعة المحيطةية لأحجار التجليخ

طريقة التجليخ	معادن خفيفة م / ث	كربيد م / ث	الزهر م / ث	الصلب م / ث
تجليخ خارجي	35	8	25	30
تجليخ أسطح	20	8	25	25
تجليخ داخلي	25	8	20	25

سرعات القطع تبعا لمادة الشغلة والمادة الرابطة

طريقة التجليخ	مادة الشغلة	المادة الرابطة	سرعة القطع م / ث
تجليخ أدوات	صلب عدة	Vitrified	15 - 25
	H.s.s	Vitrified	15 - 25
	كربيد	Organic	up to 45
تجليخ يدوي	معادن خفيفة	Vitrified	15
	زهر و برونز	Vitrified	25
	صلب	Vitrified	30

سرعة التغذية ملم X عرض الحجر /
دورة

تجليخ داخلي		تجليخ خارجي		مادة الشغلة
تشطيب	استقر اب	تشطيب	استقر اب	
0.2 - 0.5	0.5 - 0.7	0.5 - 0.7	0.6 - 0.84	صالب
0.2 - 0.4	0.2 - 0.3	0.3 - 0.5	0.25 - 0.4	زهر

الجدول (٨ - ١) : ظروف القطع بالتجليخ.

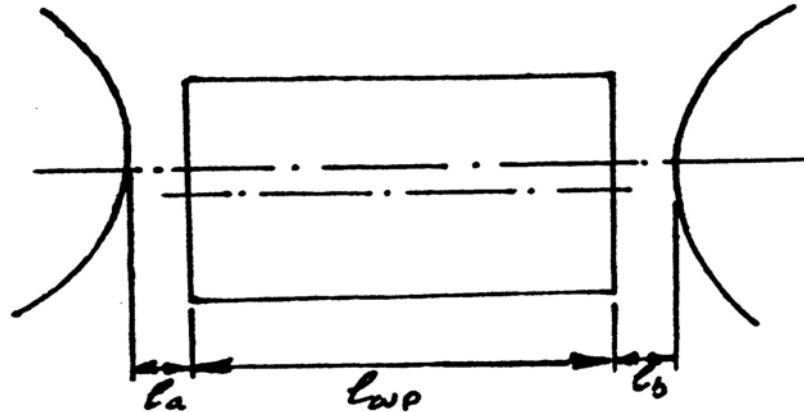
٨ - ٧) زمن القطع بالتجليخ

يحسب زمن القطع في التفريز حسب نوع العملية فإن كانت تشابه التفريز، يحسب كما في التفريز وكذلك في التجليخ الأسطواناني كما في الخراطة، وفي تجليخ الثقوب كما في الثقب. يتم حساب زمن القطع عبر قسمة المسافة التي تتحركها الأداة (المنضدة) بسرعة التغذية على السرعة التي تتحرك بها.

تحدد مسافة التحرك كما في الخراطة والتفريز عبر جمع مسافة ما قبل التلامس مع الشغلة مع طول الشغلة و المسافة التي تضمن خروج الحجر من منطقة القطع.

$$L = l_b + l_{wp} + l_a \quad [mm]$$

الشكل (٨ - ١٠) يوضح هذه المسافات الثلاث في تجليخ الأسطح المستوية.



الشكل (٨ - ١٠): مسافة القطع الكلية في تجليخ الأسطح المستوية.

٨ - ٨) ضوابط السلامة في التجليخ Safety rules in grinding

قبل تشغيل الآلة تأكد من أنك تعرف كيف يتم:

- إيقاف الآلة في حالة الطوارئ.
- تشغيل كل وسائل التحكم في الآلة.

افحص ما يلي:

- (أ) السرعة القصوى المسموح بها (دورة \ دقيقة) للحجر الذي تم تركيبه.
 - (ب) حالة حجر التجليخ والتوصيلات (القابولات) الكهربائية.
 - (ج) مدى ثبات الصامولة الرابطة للحجر.
 - (ح) مستوى الزيت في الآلة.
 - (خ) ضبط وضع صاحب الغبار (الشفاط).
 - (د) مدى سلامة خرطوم وفوهة سائل التبريد.
 - (ذ) مستوى سائل التبريد في ماعونه.
 - (ر) تأكد من صحة وضع الواقي.
 - (ط) تأكد من أن أي وسيلة تثبيت للشغلة، مثبتة بقوة كافية للمنضدة والمنضدة المغناطيسية ممسكة بالشغلة بقوة.
 - (هـ) تأكد من وجود حرية لحركة الحجر رغم وجود الشغلة و من أن المصدات مضبوطة على نحو صحيح.
 - (و) تأكد من أن التغذية الآلية مفصولة.
 - (ي) أبعد أي أدوات أو وسائل قياس من منضدة الآلة.
- تشغيل الآلة:

- (أ) قف بعيداً عند تشغيل الحجر.
- (ب) لا تحرك المنضدة عرضياً بسرعة عندما:
 - يكون الحجر قريباً من الشغلة.
 - تكون المنضدة قريبة من الحجر.
- (ج) قبل تنفيذ أي قطع تأكد من أن الأداة لا تصطدم بالشغلة في أي موضع.

ح) عندما يلمس الحجر سطح الشغلة للمرة الأولى ، حرك الحجر على كامل طول الشغلة (ربما يكون سطح الشغلة مائلاً بدرجة كبيرة) أيضاً اختبر مدى استواء الشغلة في اتجاه عرضها.

خ) احفظ يدك بعيداً عن الحجر الدائر وعن الشغلة المتحركة.

د) لا تمرر إصبعك على سطح الشغلة أو أن تزيل الرايش عندما تعمل الآلة.

ذ) انصت لصوت الحجر عندما يقطع وتعلم أن تتعرف متى يقوم الحجر بالقطع بكفاءة عالية.

ر) إذا بدأ الحجر في الارتداد ، سوف تسمع ذلك و ترى سوء السطح المنتج. لتصحيح الخلل، انحت الحجر.

و) اطلب من الملاحظ مساعدتك إذا تعرضت لأي مشكلة. فهذا هو سبب وجوده كملاحظ.

ي) في حالة وقوع حادثة، أوقف الآلة بمفتاح الإيقاف. عادة لا يجب ترك الآلة تعمل بدون وجود

مراقب لها. وإذا ، استمر الحجر في الدوران بدون أن يقطع، أو إذا كان عليك الابتعاد

عن الآلة ، وضع حاجزاً واقياً لحماية الحجر. وحاول أن تضع علامة مكتوب عليها "

الحجر يدور".

تمارين

- a. وضح أهمية التجليخ.
- b. عرف عملية التجليخ.
- c. ما هي أنواع التجليخ؟
- d. ما هي استخدامات التجليخ؟
- e. ما هي الأشياء التي تميز آلة تجليخ أسطح مستوية عن آلة تفريز؟
- f. ما هي المكونات التي يصنع منها حجر تجليخ؟
- g. اذكر ثلاثة أنواع من المواد الحاكة؟
- h. ما أسباب تنوع أحجار التجليخ؟
- i. اكتب رمزاً لحجر تجليخ ووضح معاني مكونات الرمز.
- j. اذكر خمسة من ضوابط اختيار حجر تجليخ.
- k. علل استخدام حجر صلد لتجليخ مادة طرية.
- l. علل استخدام عامل قليل الخبرة لحجر صلد.
- m. وضح كيفية حساب زمن القطع عند تجليخ الأسطح المستوية.
- n. اذكر ما يجب فحصه قبل البدء بعملية تجليخ.
- o. اذكر خمسة من ضوابط السلامة عند التجليخ.

نبذة مختصرة ومبسطة عن تشغيل المعادن باستخدام آلات متحكم فيها رقمياً

مقدمة :

سعى الإنسان دائماً لتحسين أدوات ووسائل العمل بهدف تسهيل عملية إنتاج الاحتياجات المختلفة من غذاء، وكساء، ومسكن، وأسلحة، وحلي وغيرها من الضروريات. وبقدوم الثورة الصناعية توفرت الكثير من الآلات المتطورة. بازدياد تمدن المجتمعات وزيادة حدة المنافسة زادت الحاجة لإنتاج القطع الهندسية بكميات كبيرة وجودة عالية وهكذا نشأت الحاجة لتطوير آلات أوتوماتيكية. وكانت الوسائل الأولى في التحكم في العمليات المنفذة هي الكامات (الحدبات) وغيرها من الوسائل الميكانيكية. وأحد الأمثلة المهمة للتحكم طبقت في فرنسا قبل مائة وثلاثة وستون عاماً، حيث استخدمت لوحات مثقبة في التحكم في نسج الأقمشة. وقد تطور استخدام اللوحات المثقبة حتى قدوم الحاسب في خمسينات القرن الماضي وظهور الشريط المثقب وهو ما يطلق عليه التحكم الرقمي (NC-Numerical control). في التحكم الرقمي تتلقى الآلة الأوامر المختلفة من خلال قراءة الثقوب عبر وسائل ميكانيكية أو هواء مضغوط أو شعاع ضوئي وبالتالي حدوث توصيل وإغلاق لدوائر الماطورات الكهربائية المتصلة بعمود الإدارة أو عمود الجر في المخرطة في تتابع وهو تسلسل عمليات تشغيل القطعة. ويتطور الحاسبات أمكن تحقيق صلة مباشرة بين الآلة والحاسب وبالتالي الاستغناء عن الشريط المثقب. ذلك هو التحكم الرقمي بالحاسب CNC - Computer Numerical Control.

لقد انتشر استخدام التحكم الرقمي في عمليات التشغيل، التشكيل، اللحام، الطلاء، التجميع، التغليف ومناولة المواد. في عمليات التشغيل يستفاد من التحكم الرقمي بالحاسب في إنتاج الشغل المطلوب بأعداد كبيرة، أو إنتاج قطع الغيار المطلوبة باستمرار، وفي صيانة أدوات العمل مثل تنفيذ وصيانة ممرات الدرفلة في درافيل القطاعات، وكذلك في تنفيذ عمليات إنتاج القوالب بالحفر بآلات التفريز الرأسية أو بالتفريغ الكهربائي، حيث يهتم بدقة الأبعاد وحيث توجد منحنيات يصعب تنفيذها على آلة تقليدية مهما كانت مهارة مشغلها.

نظرية التحكم الرقمي بالحاسب:

عند تنفيذ عمليات تشغيل على آلة تقليدية، يجب على العامل القيام بما يلي:

- تثبيت الشغلة والتأكد من دقتها.
- تركيب أداة القطع والتأكد من دقتها.
- ضبط عمق القطع
- ضبط سرعة دوران عمود الإدارة (سرعة القطع)
- ضبط سرعة التغذية
- ضبط موقع فوهة سائل التبريد وتشغيل التبريد
- ضبط موضع المصدات
- تشغيل الآلة.
- تنفيذ مشاوير القطع
- تغيير تثبيت الشغلة، تغيير الأقلام، ضبط ظروف القطع
- إرجاع القلم لموقع مناسب
- التأكد من دقة أبعاد ونعومة أسطح الشغلة.
- إيقاف الآلة
- فك الشغلة
- فك الأقلام وتقييم مدي تلفها

إن تنفيذ ما ذكر من أعمال يتم عبر تشغيل العامل لماطور كهربائي كما في حالة ضبط سرعة الدوران وتشغيل المبرد والمزلق وسرعة التغذية أو عبر إدارة يدوية للولب كما في ضبط عمق القطع أو إدارة دودة لتعشيق ترس محدد. فإذا بتوفر ماطور كهربائي لتحريك القلم والدودة أو تشغيل نظام هيدروليكي أو نيوماتي لتثبيت الشغلة والقلم، يمكن الآن تنفيذ كل الأعمال آليا بمجرد توصيل وفصل التيار. وبهذا فإن التحكم الرقمي بالحاسب هو إصدار أوامر فصل وتوصيل التيار تبعا لبرنامج محدد ينفذ لكل شغلة بمفردها.

برنامج التحكم الرقمي بالحاسب لعمليات تشغيل:

يتكون برنامج تحكم رقمي من:

- حروف مثل (N لتحديد رقم البرنامج والخطوات، S للرمز لسرعة القطع، f لسرعة التغذية، T لتحديد أداة القطع)
- أرقام لتحديد مقدار سرعة الدوران والتغذية ومسافة القطع وعمق القطع.
- رموز تبدأ دائما بحرف M يتلوها رقمان تحدد عمليات متنوعة مثل (M03 تدوير عمود الإدارة في اتجاه عقارب الساعة، M07 تشغيل المبرد والمزلق، M05 إيقاف سريع لعمود الإدارة، M60 تغيير الشغلة، M10 إغلاق الفكوك وغيرها) انظر حقيبة التحكم الرقمي

- رموز تبدأ بحرف G يتلوه رقمان لتحديد أوامر خاصة بمشاوير تحرك أداة القطع مثلا (G01) للحركة في خط مستقيم، G02 حركة دائرية في اتجاه عقارب الساعة، G97 مقدار سرعة دوران عمود الإدارة وغيرها (انظر حقيبة التحكم الرقمي))

مثال على ذلك N10 G96 S200 F0.2 T01

N10 تعني الخطوة العاشرة في البرنامج

G96 تعني أن سرعة القطع يجب أن تكون ثابتة

S200 تعني أن سرعة القطع في الخطوة العاشرة هي ٢٠٠ متر / دقيقة

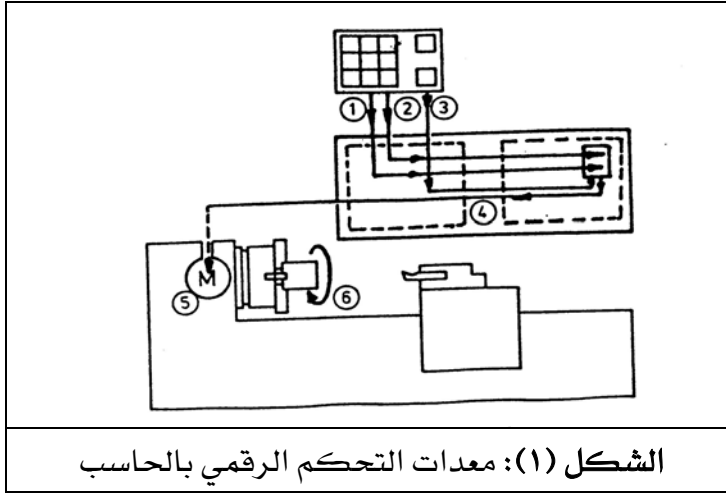
F0.2 تعني أن سرعة التغذية في الخطوة العاشرة هي ٠,٢ ملم / دورة.

T01 تعني أن القلم المستخدم في الخطوة العاشرة هو القلم رقم ١.

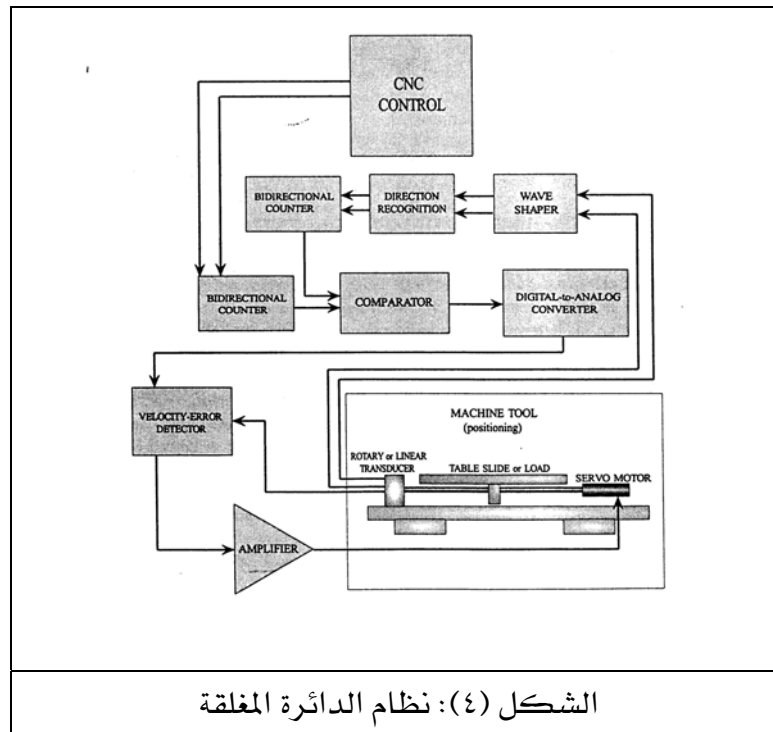
باستخدام ما ذكر من حروف وأرقام يتم كتابة برنامج مفصل يهتم فيه بأي تفصيلة مهما كانت صغيرة ، لأن الآلة لا تفكر ولا تنفذ سوى ما كتب لها ، يمكن إنتاج الشغلات بأي أعداد مهما كانت كبيرة وبنفس الجودة العالية طالما الآلة تتم صيانتها دوريا. ويمكن كذلك أن يشرف عامل واحد على عدة آلات تشغيل في نفس الوقت. بهذا يضمن التحكم الرقمي بالحاسب إنتاجية كبيرة لعدم وجود أوقات ضائعة وبالأخص عند استخدام مخارط برجية ، دقة في ضبط مسافات تحرك الأداة ، وجودة عالية للشغلات بسبب دقة ضبط الحركات والمسافات ولانتفاء دور العامل البشري وكذلك قلة التكلفة على المدى الطويل بسبب قلة عدد العاملين وقلة تلف الأدوات والشغلات.

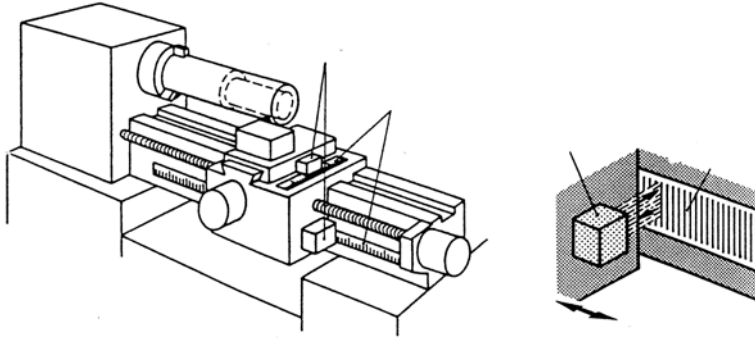
معدات التحكم الرقمي بالحاسب:

يتم كتابة البرنامج عبر لوحة ذات إشارات خاصة يقوم الحاسب بتخزينه حسب تسلسل كتابته. عند طلب تشغيل البرنامج ترسل الأوامر حسب تسلسل تخزينها للمطور الكهربائي المحدد والذي يقوم بالدوران بالسرعة المطلوبة ولمدة زمنية محددة. الشكل (١) يوضح تسلسل الخطوات المذكورة . حيث يدخل أمر تحريك عمود الإدارة عبر اللوحة (١) وعبر الحاسب (٢) يتم تخزينها في الذاكرة (٣). بتشغيل البرنامج (٤) يذهب الأمر من الذاكرة إلى المطور الكهربائي (٥) والذي يدير عمود الإدارة (٦).



لمراقبة تنفيذ خطوات البرنامج وبالتالي ضمان جودة الشغلات المنتجة، يستخدم نظام الدائرة المغلقة Closed loop system. الشكل (٣) يوضح نظرية الدائرة المغلقة. حيث تأتي الأوامر من الحاسب لآلة القطع وبالتالي يتم تحريك الماطور الكهربائي الخاص بعمود الدوران وكذلك الماطور الخاص بسرعة التغذية. تغلق دائرة المعلومات بإبلاغ الحاسب عن سرعة دوران عمود الإدارة أو عن المسافة التي تحركها القلم. وذلك عبر المراقبة بمجسات خاصة. الشكل (٤) يوضح طريقة مراقبة مسافات التحرك.

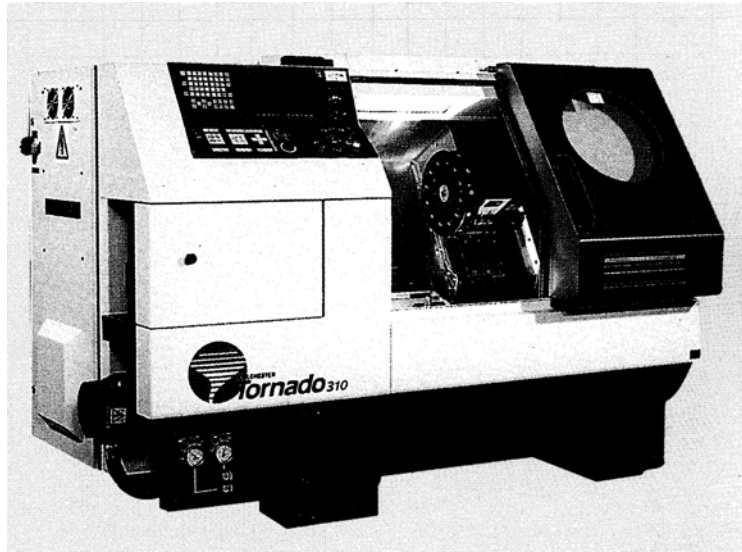




الشكل (٣): وسائل مراقبة مسافات التحرك

الشكل (٤): مخرطة متحكم بها رقمياً بالحاسب.

يلاحظ عدم وجود أذرع ومقايض التشغيل كما في المخرطة التقليدية. بدلا من ذلك يتواجد في الناحية اليسرى بأعلى المخرطة لوحة لأدخال بيانات برنامج أو لتعديل برنامج مستخدم. يتضح كذلك عدم وجود غراب ذيل وبدلا منه يوجد برج أسطوانى يمكن من تركيب عدة أقلام خراطة.



الشكل (٤): مخرطة متحكم بها رقمياً بالحاسب

أجوبة الأسئلة والتمارين

(١) عرف تشغيل المعادن. ووضح لماذا يطلق عليه أيضا "التشطيب الميكانيكي؟

تشغيل المعادن هو تغيير شكل كتلة أولية عبر إزالة جزء من معدنها بواسطة أداة تزيل المعدن على صورة قطع صغيرة تسمى الرأش. ويطلق عليه التشطيب الميكانيكي لأنه هو الذي تشطب به المسبوكات والمطروقات ويقصد بـ "تشطيب" أي تحقيق نعومة أسطح عالية وتحقيق دقة أبعاد كبيرة.

(٢) اذكر استخدامات تشغيل المعادن.

- تحقيق دقة أبعاد عالية للمسبوكات الرملية ومطروقات الحدادة الحرة.
- تحقيق نعومة سطح عالية للمسبوكات والمطروقات
- إنتاج الثقوب الصغيرة في المسبوكات والمطروقات
- إنتاج التجاويف والمجاري التي تتعامد مع اتجاه الطرق أو الكبس في الحدادة.
- إنتاج منتجات نهائية من كتل أولية مسبوكة، مطروقة، مدرفلة.

(٣) عرف حركات القطع.

حركة القطع Cutting motion

هي الحركة الضرورية لإزالة طبقة من معدن الشغلة work piece خلال :

- دورة واحدة للشغلة كما في الخراطة
- دورة واحدة للأداة tool كما في التفريز
- مشوار واحد للأداة كما في النطح
- دورة واحدة للمثقاب كما في الثقب

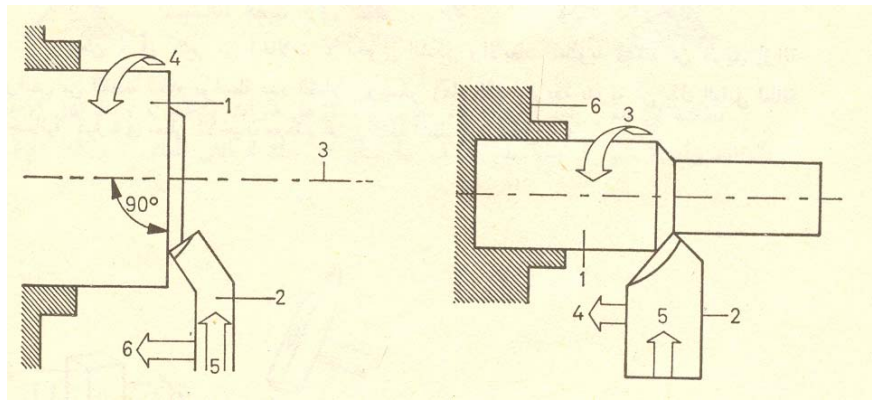
حركة التغذية Feed motion

هي الحركة بين الأداة والشغلة والتي في وجود حركة قطع تتسبب في حدوث إزالة مستمرة للمعدن. وهي حركة مستقيمة مستمرة في الخراطة يقوم بها قلم الخراطة المثبت على سطح العربة.

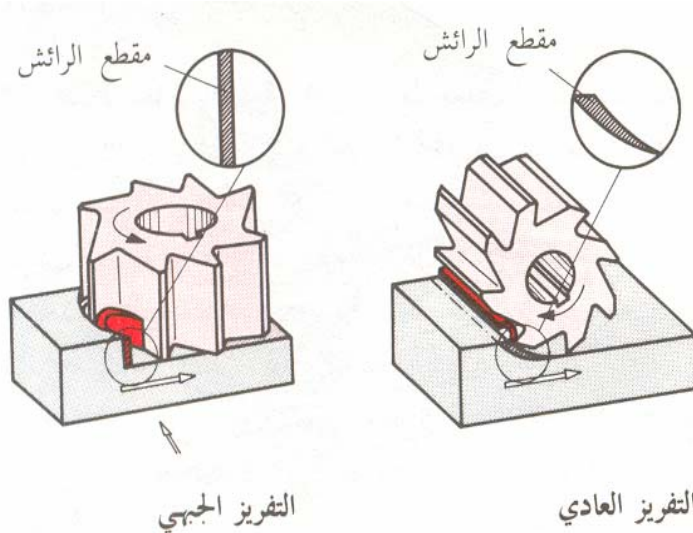
حركة ضبط عمق القطع Setting the cutting depth motion

هي تحريك يدوي أو إلى للأداة أو الشغلة ابتداء من نقطة تلامسهما لتحديد مقدار القطع المطلوب. وهي حركة تنفذ مرة واحدة لمشوار القطع المحدد في الخراطة يحرك القلم مع ثبات الشغلة .

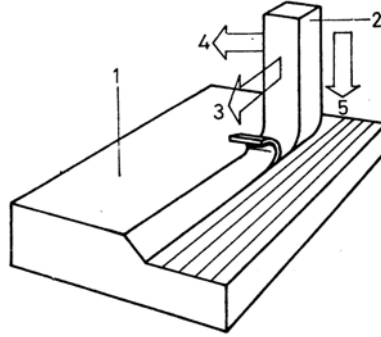
(٤) وضع بالرسم حركات القطع في الخراطة الطولية والواجهية.



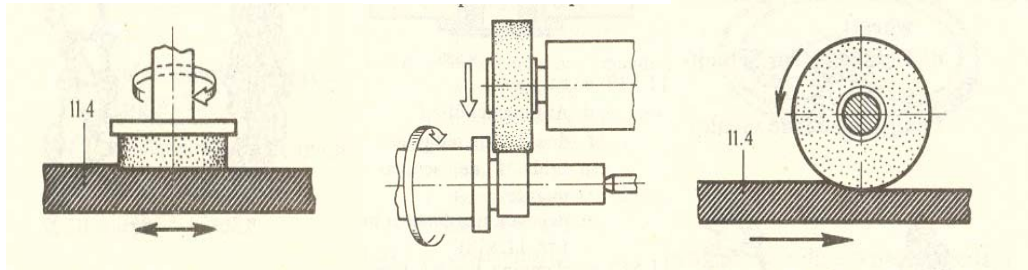
(٥) وضع بالرسم حركات القطع في التفريز الواجهي والتفريز المحيطي.



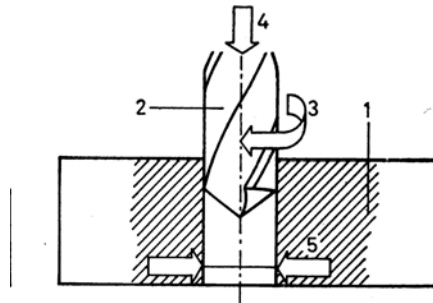
(٦) وضع حركات القطع في النطح.



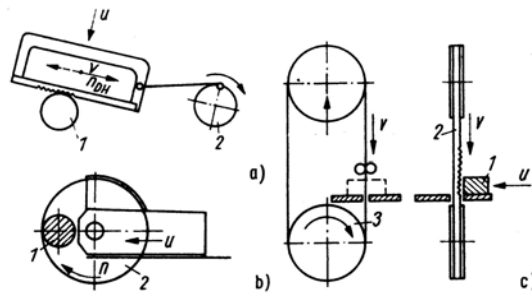
(٧) وضع بالرسم حركات القطع في التجليخ السطحي والتجليخ الأسطواني.



(٨) وضع بالرسم حركات القطع في الثقب.

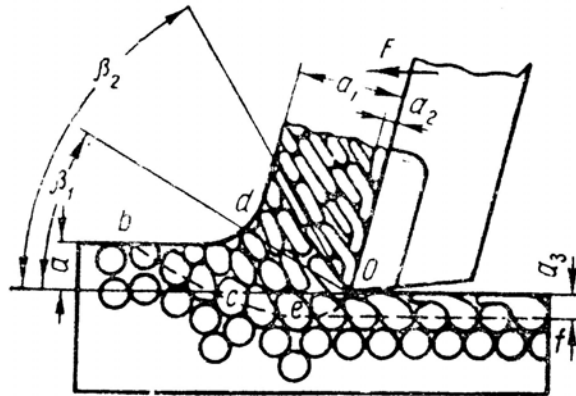


(٩) وضع بالرسم حركات القطع في النشر بمنشار شريطي، منشار قرصي ومنشار ترددي.



١٠ اشرح عملية القطع مع التوضيح بالرسم.

عند ملاسة أداة القطع ، التي تم ضبطها على عمق قطع محدد لمعدن الشغلة ، يحدث لجزء المعدن الملاصق للحد القاطع تشكل مرن ، يتبعه مباشرة تشكل دائم. بزيادة ضغط الحد القاطع تتعدى اجهادات القص المتولدة أعلى مقاومة قص لمعدن الشغلة ومن ثم يبدأ حدوث القص في مستوى يسمى مستوى القص ويستمر حتى انفصال جزء من المعدن هو الرأش. يميل مستوى القص بزاوية (ϕ) يعتمد مقدارها على زاوية الجرف بالأداة وعلى نوع مادة الشغلة. بانفصال الرأش يتكرر ضغط الأداة على منطقة جديدة ويتكرر الانفصال وبالتالي تحدث إزالة مستمرة. يشترط لحدوث واستمرار القطع ، أن تكون صلادة الحد القاطع أعلى من صلادة معدن الشغلة . الشكل التالي يوضح عملية القطع.



الشكل (١ - ٣): عملية القطع

١١ ما هي أنواع الرأش؟ وما هي ظروف تكون كل نوع؟

هناك ثلاثة أنواع للرأش وهي:

المتفتت	القصي	المستمر
معدن ذو متانة عالية	معدن ذو صلابة متوسطة	معدن لدن (طري)
زاوية جرف = 15°	زاوية جرف $> 5^\circ$	زاوية جرف $< 5^\circ$
سرعة قطع عالية	سرعة قطع ٥ - ١٥ م / د	سرعة قطع < 10 م / د

(١٢) ما هو نوع الرأش الذي يفضل؟ ولماذا؟

يحبذ الرأش المستمر (السيال) لأنه يضمن ثبات قوة القطع وعدم حدوث اهتزازات كبيرة مما يضمن نعومة سطح عالية ودقة أبعاد كافية للشغلات.

(١٣) كيف تتم مواجهة الحرارة المتولدة أثناء القطع؟

توجد أساليب متعددة لمواجهة الحرارة المتولدة ومنها :

- التبريد والتزليق الكافيين.
- استخدام مادة أداة تمتاز بمقاومة الحرارة العالية
- اختيار زاوية جرف جانبي تسهل انسياب الرأش
- اختيار زاوية خلوص تقلل من الاحتكاك بين الشغلة والأداة

(١٤) عرف الحد القاطع الإضافي.

هو عبارة عن جزء صغير جداً انفصل من معدن الشغلة وانحسر بين مقدمة الحد القاطع والشغلة ويقوم بالقطع بدلاً عن الحد القاطع الأصلي.

(١٥) وضح ظروف تكون الحد القاطع الإضافي وتأثيراته في عملية التشغيل.

يتكون الحد القاطع الإضافي عند تشغيل المواد الطرية مثل الصلب منخفض الكربون والألومنيوم بالأخص عندما تكون سرعة القطع أكبر من ٨٠ متر / دقيقة، أن تكون زاوية الجرف صغيرة، أن يتم القطع بدون تبريد وتزليق، أو أن تستخدم أداة قطع تالفة. يرفع وجوده من قوة القطع، ويرفع الحرارة المتولدة، ويعطي سطحاً خشناً وأبعاداً غير دقيقة.

(١٦) وضح فائدة استخدام التبريد والتزليق.

- يقلل التزليق من الاحتكاك بين الشغلة والأداة والرأش والأداة. وبالتالي تقل الحرارة المتولدة وتقل قوة القطع.
- التبريد يضمن سحب جزء كبير من الحرارة المتولدة وبذلك نضمن احتفاظ الأداة بصلادته وبالتالي يمكن أن نقطع بسرعة قطع عالية مما يضمن نعومة الأسطح. أيضاً يمكن القطع بسرعة تغذية عالية مما يضمن إنتاجية أعلى

(١٧) أجب عن الأسئلة التالية بصواب أم خطأ:

- (ث) يفضل استخدام الزيوت المعدنية للزوجتها العالية. (خطأ)
 (ج) يضاف الكبريت لسائل التبريد والتزليق لرفع كفاءة التبريد (خطأ)
 (ح) كلما ارتفعت مقاومة مادة الحد القاطع للحرارة كلما زادت الإنتاجية. (صواب)
 (خ) يتنوع رائش نفس المعدن عند اختلاف سرعات القطع والتغذية وعمق القطع (صواب)
 (د) الحد القاطع الإضافي يتكون عند تشغيل المواد عالية الصلادة. (خطأ)
 (ذ) الرائش المستمر يضمن سطحا ناعما للمشغولات (صواب)
 (ر) حجم الرائش الناتج يتطابق مع حجم الفراغ الذي نتج من إزالته. (خطأ)

(١٨) اختر الإجابة الصحيحة:

- (ج) الزهر يشغل فقط بتزليق زيوت معدنية فقط بتزليق زيوت طبيعية حافا
 (ح) الصلب يشغل جافا تبعا لظروف القطع بتزليق أو بدونه دائما بتبريد وتزليق
 (خ) الرائش المتفتت ينتج عند تشغيل الحديد الزهر الصلب منخفض الكربون الألومونيوم
 (د) الحرارة الناتجة أثناء القطع تبلغ 150° م $150 - 250^{\circ} \text{ م}$ 800° م

(١٩) علل ما يلي:

- أ (التبريد والتزليق يضمن جودة عالية للمشغولات. لأنه بوجود المبرد والمزلق يمكن التشغيل بسرعة قطع عالية وهذا هو الشرط الأول لتنفيذ عملية تشطيبية.
 ب) التبريد والتزليق يضمن عمرا أطول لأدوات القطع. لأنه بوجود المبرد والمزلق تقل الحرارة المتولدة أي أن صلادة الأداة لن تضعف ، ويقل الاحتكاك بين الرائش والأداة والشغلة والأداة ، وبذلك يقل تآكل أسطح الأداة ، أي يزيد عمرها

ج) تفضيل التشغيل مع تكون رآئش المستمر

التشغيل مع تكون رآئش مستمر يضمن ثبات قوة القطع وقلة الاهتزازات مما يضمن الحصول على سطح ناعم وأبعاد دقيقة.

د) الحد القاطع الإضافي يضر بجودة الشغل.

عند وجود حد قاطع إضافي، تتم عملية القطع به بدلا عن الحد القاطع الأصلي مما يعني تغير زوايا الأداة وبالتالي تغير زاوية الجرف والخلوص. يتسبب ذلك في تولد حرارة أعلي. نتيجة لصغر الحد القاطع الإضافي ولعدم وصول سائل التبريد والتزليق إليه ، تؤثر عليه الحرارة أكثر ويحدث له تمزق وتلتصق بقاياه بسطح الشغلة المشغل وكذلك بسطح الأداة.

حلول التدريبات النظرية للفصل الثاني من الوحدة الأولى :

(١) عرف ظروف القطع.

يقصد بظروف القطع: سرعة القطع، سرعة التغذية، عمق القطع. يتم اختيار ظروف القطع تبعاً لمادة الشغلة، ومادة الحد القاطع، ولزوايا الأداة، ولوجود سائل تبريد وتزليق من عدمه، ولعمر الأداة المتوقع. ويعتبر الاختيار الصحيح لظروف القطع مهماً لأنه يؤثر على الإنتاجية، والتكلفة، وجودة المشغولات.

(٢) وضح أهمية التحديد الصحيح لظروف القطع.

لقد انتشرت وتطورت المقدرة الصناعية في كثير من الدول وبالتالي ازدادت حدة التنافس لتسويق المنتجات. يعتمد النجاح على جودة المنتجات وعلى سعرها. تشكل عمليات التشغيل جزءاً من تكلفة المنتجات وعاملاً مهماً في جودتها ومظهرها، لذا فإن الاختيار الصحيح لظروف القطع يعني البقاء في السوق وما يعنيه من الحفاظ على مواقع العمل وتحقيق المزيد من التقدم والرفاهية.

(٣) عرف سرعة القطع مع ذكر وحدتها

تعرف سرعة القطع بأنها المسافة التي تقطعها أداة القطع بالنسبة للسطح المشغل في وحدة الزمن. لتوضيح ذلك فإن ما تقطعه نقطة محددة على سطح شغلة أسطوانية في دورة واحدة، يساوي طول محيط الشغلة (٢ ط نق). بضرب محيط الشغلة في عدد الدورات في الدقيقة (ن) نحصل على (٢ ط نق ن) وهي المسافة التي قطعتها النقطة المحددة في الدقيقة (أي نحصل على سرعة القطع ووحدتها هي م / دقيقة).

(٤) بين تأثير سرعة القطع على الإنتاجية والتكلفة وجودة الشغلات

تؤثر سرعة القطع على جودة المشغولات، لأنه يشترط استخدام سرعة قطع عالية للحصول على سطح ناعم وعلى دقة عالية لمقاييس الشغلة. وتؤثر سرعة القطع على الإنتاجية وعلى التكلفة حيث إنها العامل الرئيسي في تحديد عمر الأدوات لعلاقتها المباشرة بتولد حرارة عالية أثناء القطع. تؤدي الحرارة العالية لفقدان مادة الأداة لصلادتها وبالتالي تزايد تآكل سطح الأداة. إن كثرة التوقف لتغيير الأداة يقلل من الإنتاجية وتكرار عمليات إعادة شحذ الأدوات يرفع من تكلفة الإنتاج. كذلك يؤدي استخدام أدوات تالفة إلى حدوث خشونة في السطح وخلل في دقة مقاييس الشغلات المنتجة.

٥) اذكر أسس اختيار سرعة القطع

يتم تحديد سرعة القطع من جداول مختلفة وذلك تبعا لعوامل متعددة هي:

- تختار سرعة قطع عالية عندما تتصف مادة الحد القاطع بتحملها للحرارة العالية مثلا الكربيدات والسيراميك.
- تختار سرعة قطع عالية عندما تكون مادة الشغلة طرية مثلا الألومنيوم.
- تختار سرعة قطع عالية عند تنفيذ عمليات تشطيبية Finishing
- تختار سرعة قطع قليلة عند تنفيذ عمليات أستقرابية Roughing
- تختار سرعات قطع قليلة عند تفضيل الحصول على عمر أداة طويل.
- تختار سرعات قطع قليلة عند صغر قدرة الآلة أو قدم الآلة وكثرة اهتزازها.

٦) وضح كيفية حساب سرعة دوران عمود الإدارة

بعد اختيار سرعة القطع من الجداول يتم حساب سرعة دوران عمود الإدارة N

$$N=1000 V / \pi d$$

حيث : V سرعة القطع [m/min]

N سرعة دوران عمود الإدارة rev/min

d قطر الشغلة ، أو قطر أداة القطع في التفريز، التجليخ، الثقب. [mm]

٧) عرف سرعة التغذية مع ذكر وحدتها

هي سرعة تقدم الأداة عند إكمال الشغلة لدورة واحدة في الخراطة أو تقدم سكين التفريز أو المثقاب عند إكمالها لدورة واحدة.

٨) وضع أسس اختيار سرعة التغذية

يتم تحديد سرعة التغذية تبعا لعوامل عدة مثل:

- سرعة تغذية صغيرة جدا للحصول على سطح ناعم أو مقاييس دقيقة.
- سرعة تغذية كبيرة عند تنفيذ عمليات أستقرابية
- سرعة تغذية عالية عند تشغيل معدن طري مثل الألومونيوم أو الصلب منخفض الكربون Mild steel.
- سرعة تغذية عالية كلما ازداد تحمل مادة الأداة للحرارة

٩) بين تأثير سرعة التغذية على الإنتاجية ، الجودة والتكلفة

تؤثر سرعة التغذية على جودة المشغولات، لاشتراط تغذية صغيرة جدا للحصول على سطح ناعم أو على دقة عالية للمقاييس. وتؤثر كذلك على الإنتاجية، فإكمال مشوار القطع في زمن وجيز يعني إمكانية إنتاج قطع أكثر.

١٠) اذكر ضوابط اختيار عمق القطع

يراعى عند اختيار عمق القطع عوامل عدة مثل:

- لتقليل زمن الإنتاج عبر تقليل مشاوير القطع ومرات ضبط عمق القطع يتم اختيار عمق قطع كبير في العمليات الأستقرابية.
- إزالة الأسطح الخشنة للمسبوكات الرملية والمطروقات في مشوار قطع واحد لتقليل تآكل الأدوات الناتج من الاحتكاك مع بقايا الرمال والقشرة الأكسيدية التي تنتج من التشكيل على الساخن
- للحصول على أسطح ناعمة يجب أن يكون عمق القطع صغيرا جدا.
- تفاوتات عمليات التصنيع السابقة يجب وضعها في الاعتبار لتفادي مشاوير قطع إضافية أو تلف الشغلة
- تسلسل مشاوير القطع حسب الشكل الهندسي للشغلة

(١١) بين تأثير اختيار عمق القطع على الإنتاجية، الجودة والتكلفة

يقصد بعمق القطع سمك أو ارتفاع الجزء الذي يزال من المعدن في مشوار واحد ويقاس بالمليمتر. يؤثر عمق القطع على جودة المشغولات حيث يشترط عمق قطع صغير جداً للحصول على سطح ناعم وعلي دقة عالية للمقاييس. كذلك يؤثر عمق القطع على عمر الأداة ، حيث يؤدي عمق القطع الكبير إلى حدوث تآكل كبير في الأداة. تؤثر الأدوات التالفة على جودة الشغلات بالإضافة إلى زيادة التكلفة وزمن الإنتاج.

(١٢) أجب بصواب أم خطأ

- (أ) سرعة القطع المنخفضة جداً شرط ضروري للحصول على سطح ناعم. (خطأ)
- (ب) سرعة التغذية العالية جداً شرط ضروري للحصول على سطح ناعم (خطأ)
- (ج) لا يهم معرفة تفاوتات العمليات التصنيعية السابقة لعملية التشغيل عند تحديد عمق القطع، (خطأ)
- (د) لا علاقة بين سرعة القطع والإنتاجية. (خطأ)

حلول التدريبات النظرية للفصل الثالث في الوحدة الأولى:

(١) ما المقصود بزوايا الأداة؟

- المقصود بزوايا الأداة هو ميل أسطح الأسفين والتي تتفق مع ميل أسطح الحد القاطع.

(٢) ما هي أسباب تنوع زوايا الأداة؟

أسباب تنوع زوايا الأداة هو تنوع المهام المطلوبة منها مثل تسهيل القطع، تسهيل انسياب الرأش، تقليل الاحتكاك مع الشغلة، تحقيق شكل الانتقال من سطح لآخر في الشغلة.

(٣) ما هي المكونات الرئيسية لأداة القطع.

- الساق - الأسفين - حدود القطع

(٤) اذكر أمثلة لاختلافات أشكال مكونات أدوات القطع مع ذكر سبب الاختلاف

- طريقة تثبيت الأداة وتبعاً لها فإن الساق تكون مربعة المقطع في قلم الخراطة لكي تناسب التثبيت عبر ضغط المسامير الملولة، ومخروطية في الثقب لكي تناسب التثبيت عبر فكوك الظرف القابض وفي التفريز والتجليخ أسطوانية ذات ثقب يناسب التركيب في عمود
- طريقة إبعاد الرأش فمثلاً في الخراطة توجد أسطح مائلة ينزلق عليها الرأش، في المثقاب توجد ممرات حلزونية يتسلقها الرأش إلى خارج الثقب، وفي التفريز توجد بالسكاكين ممرات مستقيمة أو منحنية أو حلزونية تكفي لاستيعاب كمية الرأش المقطوع حتى خروج السن من منطقة القطع.
- عدد حدود القطع فتبعاً لعدد حجم الأسفين الكافي لتركيب حدود القطع.

(٥) ما هو دور زاوية الجرف γ ؟

- تسهيل عملية قطع المعدن.

(٦) ما هو دور زاوية الجرف الجانبي λ ؟

- تسهيل انسياب الرأش على سطح الرأش في الأسفلين.

(٧) ما هو دور زاوية الخلوص α والخلوص الجانبي α_s ؟

- دورهما هو توفير خلوص بين الأداة والشغلة مما يقلل الاحتكاك بينهما.

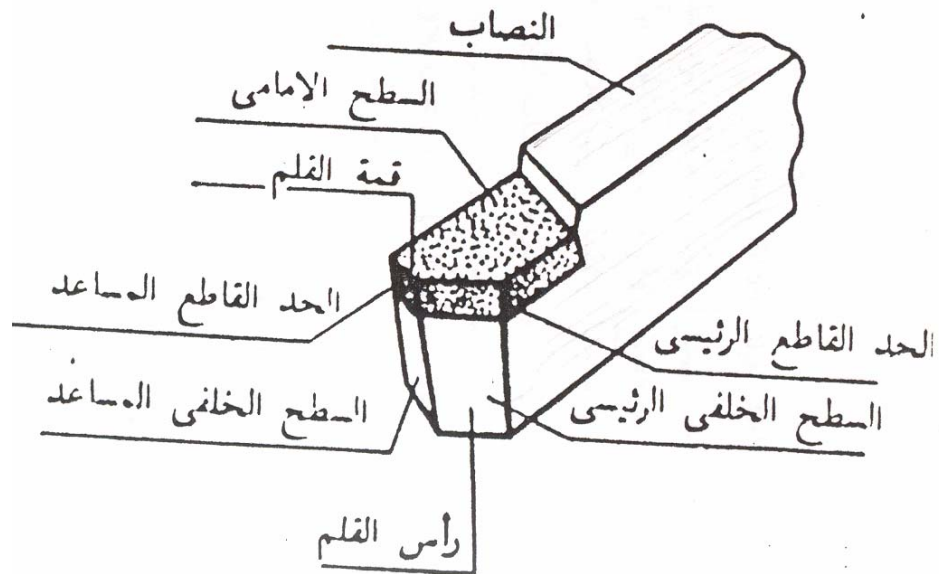
(٨) ما هو دور زاوية الأداة β ؟

- توفير متانة كافية للأسفلين

(٩) ما هو دور زاوية المقابلة χ ؟

- تحقيق شكل الانتقال من سطح لآخر، المساعدة في تسريب الحرارة المتولدة.

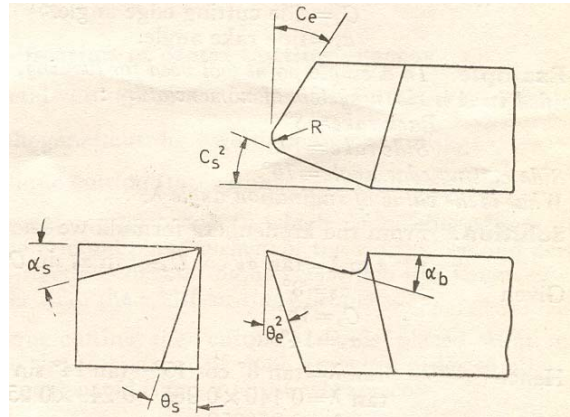
(١٠) وضع بالرسم قلم خراطة مبينا مكوناته الأساسية والأسطح المختلفة للأسفلين.



(١١) كيف ومما تصنع اللقم الكربيدية؟

تصنع اللقم الكربيدية من خليط يتكون من مساحيق كربيدات معادن مثل الكروم ، النيكل ، التتجستن ، الموليبدنيوم ، الفاناديوم عبر تكنولوجيا "ميتالورجيا المساحيق" حيث يتم باستخدام مكبس كبس خليط من الكربيدات في قالب، ثم التسخين في أفران لتحقيق التماسك الكافي لللقة.

(١٣) وضع بالرسم زوايا الأداة.



(١٤) اذكر ما يحتويه رمز قلم خراطة من معلومات.

ISO 2 DIN 4972 L 25 q k 10

حيث ISO 2 تشير إلى رقم المواصفة العالمية.

DIN 4972 تشير إلى رقم نفس المواصفة في نظام المواصفات الصناعية الألماني

L تشير إلى أن القلم يساري

25 q تشير إلى أن مقطع ساق القلم مربع طول ضلعه هو ٢٥ مم

K 10 تشير إلى نوع اللقمة الكربيدية المستخدمة

(١٥) اذكر الخصائص المطلوب توفرها في أداة قطع.

- صلادة عالية - متانة عالية - تحمل الحرارة العالية - صلادة سطح عالية

(١٦) اذكر المواد التي تصنع منها أدوات القطع حسب ترتيب تحملها للحرارة.

صلب كربوني، صلب سريع القطع، الأستيليت، ثلاثي نتريد البورون، الكرييد، السيراميك

(١٧) أجب بصواب أو خطأ

- (أ) يحقق استخدام حدود قطع من الصلب الكربوني ربحاً نسبة لرخص ثمنه. (خطأ)
- (ب) يحدث تفتت للقم السيراميكية عند استخدامها لتشغيل الصلب عالي الكربون. (خطأ)
- (ج) يشترط توفر صلادة عالية لساق الأداة (خطأ)
- (د) أحد مهام زاوية الجرف الجانبي هو تحقيق شكل الانتقال من سطح لسطح. (خطأ)

(١٨) اختر الإجابة الصحيحة

- (أ) يشترط توفر صلادة عالية في مادة الحد القاطع لتحقيق
نعومة سطح عالية للشغلة مقاومة كافية لقوى القطع تغلغل الأداة في مادة الشغلة
- (ب) تنحصر مهمة زاوية الجرف الجانبي في تحقيق
سهولة القطع تقليل الاحتكاك مع الشغلة سهولة انسياب الرأش
- (ج) تنحصر مهمة زاوية الخلوص في تحقيق
سهولة القطع تقليل الاحتكاك مع الشغلة تقليل الاحتكاك مع الرأش
- (د) يشترط توفر متانة عالية لأداة القطع بهدف
تحمل الاحتكاك مع الشغلة ضمان التغلغل في مادة الشغلة تحمل الاصطدام مع الشغلة

(١٩) علل ما يلي

- (ج) اشتراط الصلادة العالية لمادة الحد القاطع
لأنها تضمن تغلغل مادة الحد القاطع في مادة الشغلة أي حدوث القطع.
- (ح) تضمن أدوات القطع الكربيدية إنتاجية عالية.
لأنها تفقد صلابتها عندما تصل درجة الحرارة المتولدة ١٢٠٠ م مما يمكن من رفع سرعة التغذية
وكذلك عمق القطع وكذلك بسبب قلة التلف يقل توقيف عملية القطع مما يضمن إنتاجية عالية.
وجود مكسرات رأش بأسطح الاسفين
وجود مكسرات الرأش بسطح الأسفين يهدف عبر تكسير الرأش المستمر إلى منع التفافه حول
الشغلة والأداة وكذلك تسهيل عملية ابتعاده عن الآلة عبر سقوطه على مجاري متحركة.

(خ) تسمية حدود القطع من أحد أنواع الصلب السبائكي "بالصلب سريع القطع" مقارنة بالصلب الكربوني المستخدم لصنع حدود القطع، مكن هذا النوع من الصلب السبائكي من القطع بسرعات أعلى ولذا سمي بالصلب سريع القطع.

(٢٠) اذكر أنواع التلف التي لا يمكن معالجتها.

- التفتت. - التشقق - الكسر

(٢١) اذكر أنواع التلف الاحتكاكي.

- تلف سطح الرأش

- تلف الأركان

- تلف المقدمة

(٢٢) اشرح العلاقة بين الحرارة المتولدة، صلادة الحد القاطع وتلف الأدوات.

تسبب الحرارة المتولدة عند غياب التبريد الكافي في ضعف صلادة الحد القاطع مما يزيد من معدل تآكله وينقص بالتالي من عمره.

(٢٣) عرف عمر الأداة.

عمر الأداة هي الفترة الزمنية الواقعة بين عمليتي إعادة شحذ للأداة والتي كانت فيها الأداة في حالة قطع.

(٢٤) اشرح العلاقة بين عمر الأداة وتكلفة الإنتاج.

كلما كان عمر الأداة أقل، كلما زادت التوقفات من أجل إعادة الشحذ وما يعنيه ذلك من ضياع زمن إنتاجي (أي دفع أجور وغيره من تكاليف بدون مقابل) وكذلك سرعة التلف الكامل للأداة وضرورة شراء أخرى جديدة وبالتأكيد هناك أيضا تكلفة عملية التجليخ.

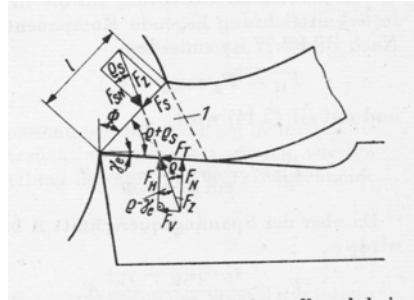
(٢٥) اشرح العلاقة بين عمر الأداة و الإنتاجية.

كلما كان عمر الأداة أقل كلما زادت التوقفات من أجل إعادة الشحذ وما يعنيه ذلك من ضياع زمن إنتاجي (أي نقص المنتج من الشغل في الساعة أو اليوم).

حلول التدريبات النظرية للفصل الرابع في الوحدة الأولى:

(١) تحدث عن نشوء قوة القطع.

قوة القطع الكلية F_z هي محصلة القوة الضرورية لتعدي مقاومة المعدن للقص F_s والقوة الناتجة عن احتكاك الرأش والشغلة بأداة القطع F_{SN} . يتضح أن العاملين الرئيسيين في تحديد مقدار قوة القطع هو نوع مادة الشغلة وزوايا الأداة بالأخص الجرف والتي تحدد مقدار زاوية ميل مستوي القص Φ ، زاويتي الخلوص والجرف الجانبي اللتين تؤثران في مقدار الاحتكاك.



(٢) ما هي ضرورة تحديد قوى القطع؟

يعتبر تحديد قوة القطع ضروري لأجل:

- حساب قدرة الآلة من أجل اختيار الآلات الضرورية لورشة أو مصنع ما وكذلك معرفة الآلة المناسبة لتنفيذ عملية تشغيل معينة.
- تصميم أدوات القطع بمتانة كافية تتحمل القوي التي ستتعرض لها أثناء القطع.
- تصميم آلات القطع بسماكة كافية تتحمل القوي والاهتزازات الناتجة.
- تصميم مثبتات الشغلات (Fixtures) بالأخص لعمليات التفريز التي تقوم بتثبيت الشغلة بقوة لا تسمح بتحريكها تحت تأثير قوى القطع.

(٣) ما هي أسباب عدم ثبات قوة القطع؟

قوة القطع غير ثابتة بسبب تأثير عوامل مثل حدوث تلف بالأداة، تواجد اهتزازات ناتجة عن آلات مجاورة، تواجد مناطق مختلفة الصلادة بأسطح الشغلات المسبوكة وتكون حد قاطع إضافي. لذا يجب وضع احتياطي لتلك الزيادة المتوقعة في قوة القطع.

٤) اذكر القانون المستخدم لحساب قوة القطع مبينا رموز القانون.

تبعاً لـ Kinziele يتم حساب قوة القطع كما يلي:

$$F_c = b \cdot h \cdot k_s$$

$$K_s = k_{s.1.1} / h^z = (3 - 5 \sigma_s) \text{ (ثلاثة إلى خمسة أمثال مقاومة الشد)}$$

حيث:

b هي عرض الرايش بالملم. h هي سمك الرايش بالملم

$K_{s.1.1}$ هي قوة القطع النوعي عندما سمك الرايش = ١ ملم وعرض الرايش = ١ مم

z هي معامل يخص ظروف القطع.

٥) ما هي مركبات قوة القطع؟ وما هي نسبها المئوية في القوة الكلية؟

F_t هي المركبة المماسية (tangential component) وتشكل ٦٧٪ من قوة القطع الكلية.

F_r هي المركبة القطرية (radial component) وتشكل ٢٧٪ من قوة القطع الكلية.

F_a هي المركبة المحورية (axial component) وتشكل ٦٪ من قوة القطع الكلية.

٦) ما هي العوامل المؤثرة على قوة القطع؟

سرعة القطع، سرعة التغذية، عمق القطع، زوايا الأداة، التزليق والتبريد، مادة الشغلة.

٧) وضح تأثير زاوية الجرف على قوة القطع.

عندما تزيد زاوية الجرف تنقص كل مركبات قوة القطع بسبب سهولة القطع

٨) وضح تأثير سرعة القطع على قوة القطع.

عند زيادة سرعة القطع ترتفع درجة الحرارة وبالتالي يقل معامل الاحتكاك بين الشغلة والرائش وأداة

القطع مما ينقص من قوة القطع الكلية.

٩) وضح تأثير التبريد والتزليق على قوة القطع.

عند استخدام تزليق يقل الاحتكاك وبالتالي تقل قوة القطع الكلية

١٠) وضح تأثير زاوية الخلوص على قوة القطع.

عند زيادة زاوية الخلوص يقل الاحتكاك وبالتالي تقل قوتي القطع.

(١١) كيف يتم حساب قدرة القطع؟ وما هي ضرورة حسابها؟

$$P_c = F_t \cdot V / 102 \cdot 60 \text{ [kw]}$$

تحتسب قدرة القطع P_c بالقانون

حيث:

$$V \text{ سرعة القطع [m / min]} \quad F_t \text{ المركبة المماسية لقوة القطع [N]}$$

القسم على ٦٠ تهدف لتحويل الدقيقة لساعة وعلى ١٠٢ لتحويل النيوتن إلى واط.

نتيجة لضياح جزء من قدرة الآلة في تحريك أجزائها وفي الاحتكاك الذي ينتج بينها، فإن قدرة الآلة يجب أن تكون أكبر من قدرة القطع. لذا فإن قدرة الآلة تحسب بمراعاة معامل استغلال القدرة η (إيتا) كما يلي:

$$P_{\text{motor}} = P_c / \eta \text{ [kw]}$$

تختار قيمة η بين ٠,٧ إلى ٠,٩ تبعاً لعمر الآلة ومستوى صيانتها.

يعتبر تحديدها ضرورياً عند اختيار الآلات وعند تحديد الآلة لتنفيذ عملية تشغيل محددة.

(١٢) أجب بصواب أو خطأ:

(ب) تعتبر المركبة المماسية أكبر مركبات قوة القطع الكلية. (صواب)

(ب) تتسبب المركبة المحورية إلى انحناء الشغلة. (خطأ)

(ج) قوة القطع تظل ثابتة طوال عملية التشغيل. (خطأ)

(د) يتم اختيار آلة القطع بناءً على قدرة القطع (خطأ)

(١٣) يراد خراطة قضيب من الصلب St 50 بسرعة قطع قدرها ٤٥ م / دقيقة وبمساحة مقطع رانش

يساوي ٢,٤ مم^٢ وعمق قطع يساوي ٢ مم. قوة القطع النوعي $K_{s.1.1}$ تساوي ٢٠٠ كيلو باوند / مم^٢. أحسب:

(ث) قوة القطع (ب) قدرة القطع.

(ج) قدرة الآلة عندما معامل استغلال القدرة $\eta = ٠,٨$

$$F = b \cdot h \cdot k_s = A \cdot K_s$$

$$A = b \cdot h, \quad b = d = 2 \text{ mm}$$

$$2.4 = 2 \cdot h$$

$$h = 2.4 / 2 = 1.2 \text{ mm}$$

$$K_s = k_{s.1.1} / h^n, \quad n = 0.26$$

$$K_s = 200 / 1.2^{0.26} = 190.7 \text{ kp / mm}^2$$

$$F = 2.4 \text{ mm}^2 \cdot 190.7 \text{ kp / mm}^2 = 457.7 \text{ kp}$$

$$P = F \cdot V / 6120 = 457.7 \cdot 45 / 6120 = 3.4 \text{ k}$$

$$P_{\text{motor}} = P / \eta = 3.4 / 0.8 = 4.2 \text{ kW}$$

حلول التدريبات النظرية للفصل الخامس في الوحدة الثانية:

(١) وضع أهمية عملية الثقب.

يعتبر الثقب أحد الطرق المهمة في تشغيل المعادن. ففتح الثقب في كتلة معدنية مصممة ، أو توسيع الثقب (التخویش)، أو تنعيم الثقب (البرغلة) ، وكذلك قطع لولب بداخل الثقب ، عمليات لا يمكن تنفيذها ، بالأخص للأقطار الصغيرة والأعماق الكبيرة ، بطريقة أخرى غير الثقب .

(٢) يمتاز الثقب (كذلك النشر) بخصوصية حركات قطعه مقارنة بطرق التشغيل الأخرى ، وضع ذلك.

- لا توجد بالثقب حركة ضبط عمق القطع

- حركة القطع والتغذية تقوم بها الأداة

(٣) كيف يتم تحديد عمق القطع بالثقب؟

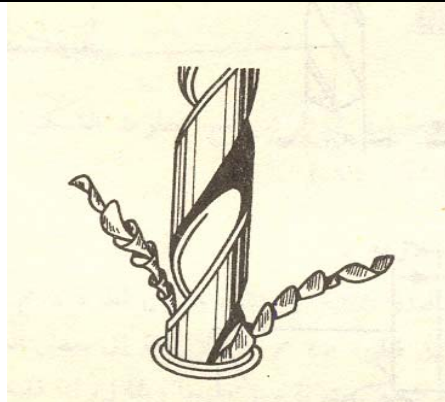
- أن اختيار قطر المثقاب يحدد عمق القطع ويساوي نصف قطر المثقاب.

(٤) ما هي العمليات التشغيلية التي يمكن تنفيذها على آلة الثقب؟

- الثقب في كتلة مصممة - توسيع ثقب - تنعيم ثقب - لولبة ثقب

(٥) عرف الثقب.

الثقب هو عملية تشغيل يتم فيها خلق تجويف أسطواني في كتلة مصممة. يتم في الثقب تنفيذ حركة القطع الدائرية (٣) من قبل المثقاب (١) (أداة القطع) كذلك تقوم الأداة بتنفيذ حركة التغذية (٤) عبر تحريكها لأسفل في الشغلة (٢). حركة القطع لا يتم تنفيذها بحركة من الشغلة أو الأداة بل يحددها اختيار المثقاب وهي تساوي نصف قطر المثقاب.

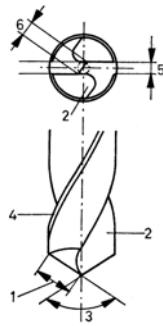


الشكل (٥ - ١): عملية الثقب.

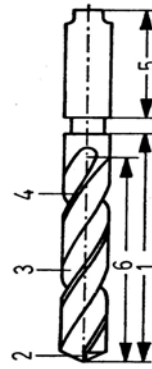
(٦) ما هي أسباب تنوع المثاقيب؟

- تنوع الثقوب فهناك ثقب صغير وثقب واسع، وثقب عميق.
- تنوع العمليات على آلة الثقب فهناك مركزة الثقوب، الثقب، توسيع الثقوب، تنعيم الثقوب ولولبة الثقوب.

(٧) وضع تركيب المثقاب الحلزوني.



١. حد القطع
٢. مجرى
٣. زاوية الذنب
٤. الدليل
٥. القطر
- الداخلي
٦. حد الذنب



١. الساق
٢. حد القطع
٣. مجرى
- الرائش
٤. الدليل
٥. النصاب
٦. عمق الثقب

الشكل (٥ - ٣) : المثقاب الحلزوني.

(٨) ما هي مهمة كل مكون من مكونات المثقاب الحلزوني؟

- الساق المخروطي مهمته تثبيت المثقاب في الظرف.
- المجاري الحلزونية مهمتها إخراج الرأش.
- الدليل مهمته منع انحراف المثقاب.
- الأسفين مهمته توفير أسطح مختلفة للأداة تحقق منها زوايا الأداة.
- حدود القطع مهمتها القيام بقطع معدن الشغلة.

(٩) اذكر أنواع الثقوب.

- ثقب غير نافذ
- ثقب نافذ
- ثقب واسع
- ثقب عميق
- ثقب مركزة

(١٠) لماذا توجد عملية توسيع الثقوب؟

- لأنه من الصعب تحقيق ثقب واسع في قطعة مصمتة.
- للحصول على نعومة سطح ودقة أبعاد أعلى.

(١١) اذكر بعض استخدامات الثقوب الموسعة.

- تحقيق مركزة صحيحة
- إنزال رأس مسمار ملولب لمستوي سطح القطعة
- تركيب أعمدة مختلفة الأقطار.

(١٢) ما هي مستويات الجودة التي يمكن تحقيقها عبر تنعيم الثقوب؟

إن عمليات تنعيم الثقوب تمكن من الوصول لنعومة أسطح تبلغ ٠,٠٠١ ملم ودقة أبعاد رتبها IT 6 .

(١٣) لماذا لا يمكن تنفيذ كل أنواع اللولبة الداخلية عبر الخراطة؟

- صغر الثقب
- كبر الأعداد المنتجة

(١٤) اذكر مكونات آلة ثقب.

مكونات آلة الثقب هي:

- صندوق تروس لعمود الإدارة
- صندوق تروس للتغذية
- مريط لأداة الثقب
- هيكل
- مجموعة التبريد والتزليق
- ماطور كهربائي
- منضدة

(١٥) علل وجود مثقاب الدف.

لكي يتم تنفيذ الثقوب في الضغلات كبيرة الحجم والوزن.

(١٦) ما الذي يميز آلات الثقب الإنتاجية

سرعة الإنتاج

تعدد أعمدة الإدارة

توفر معدات تثبيت خاصة

سماكة أكبر

(١٧) ما هي الفائدة المكتسبة من استخدام أدلة الثقب؟

تقليل زمن الإنتاج عبر توفير سرعة في تثبيت وفك الشغلات وكذلك إلغاء العلام والمركزة وضمان استقامة الثقب ودقة استدارته.

(١٨) مطلوب حساب قدرة الآلة عند تنفيذ ثقب قطره ١٢ ملم في صلب طري مقاومة شدة ٤٢٠

نيوتن / مم^٢ باستخدام أداة قطع حدها القاطع من الصلب سريع القطع. سرعة التغذية هي ٠,٢٢ملم / دورة، زاوية ذنب المثقاب $\sigma = 116^\circ$ ، سرعة عمود الإدارة ١٠٠٠ دورة / دقيقة ومعاملاستغلال القدرة $\eta = 0,9$.

$$F = (f \times D / 2) \cdot k_s \quad \text{in [kp]} \\ = (0.22 \cdot 12 / 2) \cdot K_s$$

$$k_s = 1.25 (k_{s \text{ turning}})$$

$$K_{s \text{ turning}} = k_{s.1.1} / h^z$$

$$h = (f / 2) \sin \sigma$$

$$h = (0.22 / 2) \cdot \sin 116$$

$$h = 0.11 \cdot 0.8988 = 0.1$$

$$k_{\text{turning}} = 1750 / 0.1^{0.17}$$

$$= 123.6 \quad [\text{kp}]$$

$$k_{s \text{ Drilling}} = 1.25 \cdot 123.6 = 154.5 \quad [\text{kp} / \text{mm}^2]$$

$$F = (0.22 \cdot 6) 1545 = 2039.33 \quad [\text{kp}]$$

$$P_c = (f \cdot D^2 / 8) k_s \cdot (n / 97400) \quad \text{in [kW]}$$

$$= (0.22 \cdot 144 / 8) 154.5 (1000 / 97400)$$

$$= 3.96 \times 154.5 \times 0.01 = 6.3 \quad \text{kW}$$

$$P_{\text{motor}} = P_c / \eta \quad \text{in [kW]}$$

$$= 6.3 / 0.9 = 7 \quad \text{kW}$$

(١٩) احسب زمن القطع في الحالة التالية:

- طول الثقب النافذ المطلوب = ٣٥ مم.

- سرعة دوران عمود الإدارة = ١٥٠٠ دورة /

دقيقة

- سرعة التغذية = ٠,٤ ملم / دورة

- قطر الثقب = ١٦ مم

- مسافة ما بعد الشغلة = ٥ مم

- مسافة ما قبل الشغلة = ٥ مم

- مادة الشغلة نحاس أصفر

- زاوية ذنب المثقاب $\sigma = 120^\circ$

$$t_c = L / n \times f$$

$$L = l_x + l_b + l_{wp} + l_a$$

$$l_x = \{(D / 2) \cdot \tan \sigma / 2\}$$

$$= \{(16 / 2) \cdot \tan 120 / 2\} = (8 \cdot 1.732) = 13.85 \text{ mm}$$

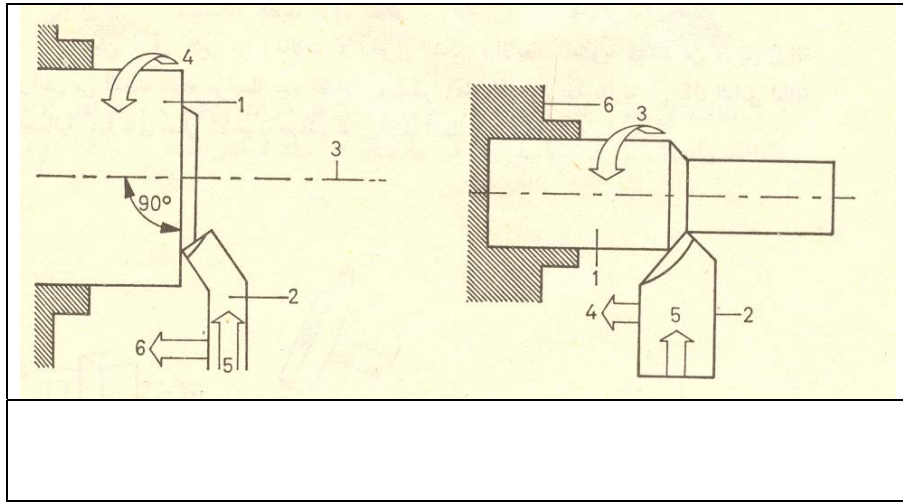
$$L = 13.85 + 5 + 35 + 5 = 58.85 \text{ mm}$$

$$t_c = 58.85 / 1500 \times 0.4 = 58.85 / 600 = 0.1 \text{ min}$$

حلول التدريبات النظرية للفصل السادس في الوحدة الثانية :

١. اشرح عملية الخراطة.

هي عملية تشغيل تقوم فيها الشغلة (١) بتنفيذ حركة القطع الدائرية (٢) بينما الأداة (٣) تقوم بتنفيذ حركة التغذية المستقيمة المستمرة (٤). في وجود عمق قطع محدد (٥) تحدث إزالة مستمرة لمعدن الشغلة.



٢) اذكر عمليات الخراطة

- طولية
- واجهية
- داخلية
- سلبية
- لولبية
- ترتررة

٣) اذكر أسباب تنوع المخارط.

تتعدد أنواع المخارط وذلك تبعاً للسطح المطلوب تشغيله (خارجي، داخلي، أسطوانى، مسطح أم مخروطي)، حجم الشغلات (دقيقة أم متوسطة أم كبيرة الحجم)، الأعداد المطلوبة من الشغلة (إنتاج بالقطعة، بالدفع، إنتاج مستمر).

٤) اذكر خمسة أنواع مختلفة من المخارط.

- المخرطة الذنبية
- البرجية
- الواجهية
- الرأسية
- مخرطة أعمدة مرفق

(٥) أخترا الإجابة الصحيحة

(أ) تستخدم المخرطة الذنبية كآلة :

- إنتاجية خاصة - لأغراض التدريب فقط - لورش الصيانة بالمصانع

(ت) تستخدم المخرطة البرجية عندما

- يكون وزن الشغلة كبيرا - عدد الشغلات كبيرا جدا - الشغلة
بتعدد بها عمليات القطع

(ث) المخرطة الرأسية تستخدم لعمليات

- الخراطة الطولية فقط - الخراطة الواجيه فقط - كلا النوعين
للشغلات الضخمة

(ج) المخرطة الناسخة تستخدم

- في الورش - للقطع المعقدة ذات العدد القليل - قطعة عالية الحودة
بعدد كبير

(٦) أذكر مكونات المخرطة..

- الفرش - الغراب الثابت - الغراب المتحرك - العربية - الراسمة
العرضية- الراسمة العليا - عمود اللوالب - عمود الجر - حامل القلم - صندوق
تروس التغذية- صندوق تروس عمود الإدارة - عمود الإدارة - الماطور - مجموعة
التبريد والتزليق

(٧) اذكر مهمة الفرش ومما يصنع ولماذا؟

مهمة الفرش هي حمل أجزاء الآلة المختلفة ، توفير مجاري لتحرك العربية وغراب الذيل. يصنع
الفرش من الحديد الزهر الرمادي لسهولة سباكته ولحسن امتصاصه للاهتزازات.

(٨) ما هي مهمة الغراب المتحرك؟

تشيت الشغلة في حالة التشيت بين ذنبتين عند الخراطة الطولية وعند الخراطة اللامركزية.

(٩) كيف يتم تحريك العربة؟

تحرك العربة عبر عمود الجر في حالة الخراطة الطولية. وتحرك بواسطة عمود اللوالب عند خراطة لولب. عند استخدام أحد الأعمدة يفصل الآخر عن الحركة. تدار الأعمدة من خلال تروس متصلة بتروس عمود الإدارة. تدير الأعمدة تروس يتصل آخرها بجريدة مسننة تحول الحركة الدورانية لحركة مستقيمة.

(١٠) ما هي الخصائص التي يطلب توفرها في مجاري الفرش؟

يشترط فيها الاستواء ، الاستقامة والتوازي وكذلك الصلابة العالية.

(١١) أذكر أربعة أنواع مختلفة من أقلام الخراطة.

(٢٠) قلم خراطة واجهية

(٢١) قلم خراطة طويلة

(٢٢) قلم قطع

(٢٣) قلم لولبة

(١٢) لما تتواجد أقلام يمين وشمال؟

- للتمكن من قطع كل أنواع انتقالات الأسطح في الشغلات.

(١٣) ما هي أنواع المشتات المستخدمة في الخراطة؟

- ظرف ثلاثي أو رباعي - الصينية - الظرف والذنب

- الذنبتين - الظرف القابض

(١٤) أختار الإجابة الصحيحة:

(أ) يستخدم الظرف فقط عندما

طول الشغلة < ١٠٠ مم - قطر الشغلة > ١٠٠ مم - طول الشغلة > ١٠٠ مم

(ب) تستخدم الصينية عندما

- طول الشغلة < ١٠٠ مم - تثبيت الشغلة من موضع غير دائري المقطع - قطر الشغلة > ١٢ مم

(ت) يستخدم الظرف القابض عندما

- قطر الشغلة > ١٢ مم - طول الشغلة > ١٠٠ مم - تثبيت شغلات غير متماثلة.

(١٥) متى تستخدم الخناقة المتحركة أو الثابتة؟

تستخدم الخناقتان لمنع انحناء الشغلة ذات الطول الحرج تحت تأثير المركبة القطرية لقوة القطع.

(١٦) متى يستخدم مساعد الإدارة؟ ولماذا؟

يستخدم عند تثبيت الشغلات بين ذنبتين وذلك لضمان دوران الشغلة عبر جذبها باستمرار من قبل الذنب المثبتة في الظرف.

(١٧) كم هو عدد أقلام الخراطة القياسية؟

يبلغ عددها ٩ أقلام.

(١٩) ما هي مكونات الزمن الكلي في الخراطة؟

الزمن الكلي = زمن القطع لكل الأسطح + زمن الاستعداد + زمن التثبيت والفك
 للشغلة + زمن التثبيت والفك للأقلام + الزمن الضائع
 يستخدم هذا القانون لكل عمليات التشغيل.

يمكن فقط الحصول على زمن القطع حسابيا أما الأزمان الأخرى فيعتمد
 تحديدها على ضوابط خاصة بكل مصنع.

(20) ماذا يشمل زمن الاستعداد من عمليات؟

يشمل زمن الاستعداد ما يلي:

- قراءة الرسمة
- قراءة خطوات التشغيل
- تجهيز أدوات القطع وأدوات الربط
- القياس - فحص الآلة
- تجهيز الشغلة

كيف يحسب زمن القطع في الخراطة؟

لحساب زمن القطع لخطوة من خطوات الخراطة يتم استخدام القانون

$$t_c = L / n \times f \quad \text{minutes}$$

t_c زمن القطع بالدقيقة f سرعة التغذية

L هي المسافة التي تتحركها الأداة بسرعة التغذية. تحسب L بالقانون

$L =$ طول السطح الذي يتم خراطته + مسافة التحرك قبل القطع + مسافة التحرك بعده.

$$L = l_b + l_{wp} + l_a$$

(٢١) ما المقصود بالتحضير التكنولوجي؟

يقصد بالتحضير التكنولوجي كل الأعمال التي تتم قبل تنفيذ عملية القطع مثل تحديد الكتلة الأولية، تحديد المخرطة، تحديد طريقة تثبيت الشغلة، تحديد تسلسل عمليات الخراطة، تحديد أداة القطع لكل خطوة وتحديد ظروف القطع لكل خطوة، حساب زمن القطع وزمن التشغيل الكلي وأخيرا تحديد تكلفة الإنتاج.

(٢٢) ما هي خطوات التحضير التكنولوجي لعمليات الخراطة؟

- قراءة الرسمة قراءة متأنية لمعرفة تفاصيل و أبعاد الشكل الهندسي للشغلة، نعومة الأسطح ودقة الأبعاد المطلوبة من خلال تفاوتات الأبعاد والشكل وتوافقات الأجزاء التي تجمع مع بعضها البعض مثل محمل وعمود.
- تحديد نوعية الخراطة المطلوبة (طولية، واجهية، داخلية، سطح مائل أو منحنى أو جميعها)
- تحديد نوع المخرطة، وذلك تبعا:
- الشكل الهندسي (مخرطة طولية، واجهية أو مخرطة نساخة أو آلية)

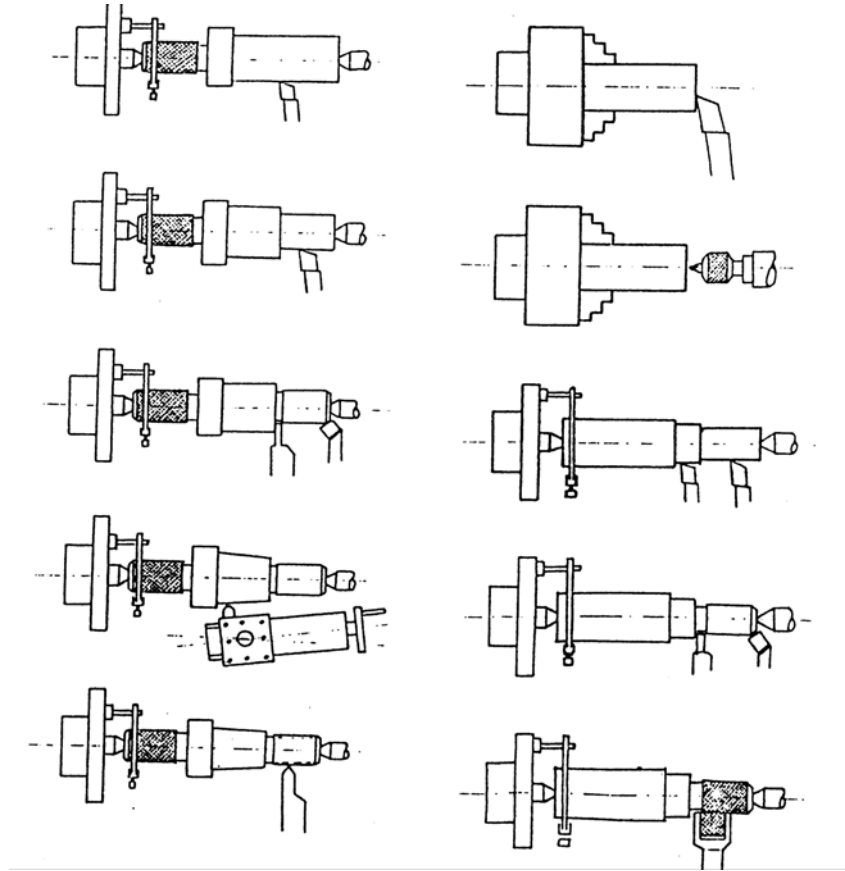
- حجم ومقاييس الشغلة (مخرطة شغلات دقيقة أو ثقيلة أو عادية).
- العدد المطلوب (مخرطة عامة أو خاصة أو مخرطة برجية أو آلية CNC)
- عدد المواضع التي يجب أن تشغل (مخرطة ذات ماسك عدة واحد أو أربعة أو مخرطة برجية)

- تحديد مقاييس الكتلة الأولية ومراعاة تقليل الفاقد عبر اختيار القطر والطول المناسبين.
- تحديد طريقة التثبيت لكل مرحلة من مراحل القطع.
- تحديد المزلق والمبرد حسب نوع معدن الشغلة وظروف القطع.
- تحديد تسلسل الخراطة (السطح كذا بعمق القطع كذا وبالطول كذا ثم السطح كذا أو سطحان أو أكثر في نفس الوقت في حالة المخرطة البرجية ، مع تحديد عمق القطع لكل سطح).
- تحديد أداة القطع لكل خطوة.
- تحديد ترتيب الأدوات في المخرطة البرجية .
- تحديد سرعات التغذية والقطع (حساب سرعة دوران عمود الإدارة) لكل خطوة.
- حساب أكبر قوة قطع يحتاج لها ومنها تحديد قدرة المخرطة مع مراعاة نسبة استغلال القدرة.
- حساب زمن القطع لكل خطوة.
- حساب زمن الإنتاج الكلي للقطعة.
- تحديد التكلفة الكلية لإنتاج الشغلة.

٢٣ ما هي أسس اختيار المخرطة المناسبة؟

- أسس اختيار المخرطة هي:
- الشكل الهندسي (مخرطة طولية، واجهية أو مخرطة نساجة أو آلية)
- حجم ومقاييس الشغلة (مخرطة شغلات دقيقة أو ثقيلة أو عادية).
- العدد المطلوب (مخرطة عامة أم خاصة أو مخرطة برجية أو آلية CNC)
- عدد المواضع التي يجب أن تشغل (مخرطة ذات ماسك عدة واحد أو أربعة أو مخرطة برجية)

(٢٤) وضح تسلسل عمليات خراطة الشغلة التالية:



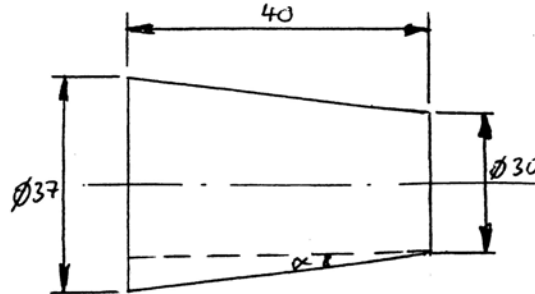
(٢٥) ما هي طرق تنفيذ السلبة على المخروطة؟

- طريقة إمالة الراسمة العليا بنصف مقدار زاوية السلبة.
- طريقة قلم التشكيل العريض
- طريقة مسطرة السلبة والتي تحدد عليها نصف زاوية السلبة.
- طريقة تحريك ذنبه غراب الذيل بعيدا عن محور ذنبه الطرف.

(٢٦) اشرح طريقة إمالة الراسمة العليا لتنفيذ سلبة.

- تثبيت الشغلة في الطرف
- تثبيت القلم في حامل القلم
- إمالة الراسمة بزاوية تساوي نصف زاوية المخروط.
- ضبط عمق القطع. ضبط سرعة دوران عمود الإدارة. تنفيذ القطع بتغذية يدوية.

(٢٧) احسب زاوية إمالة الراسمة العليا للسلسلة التالية:



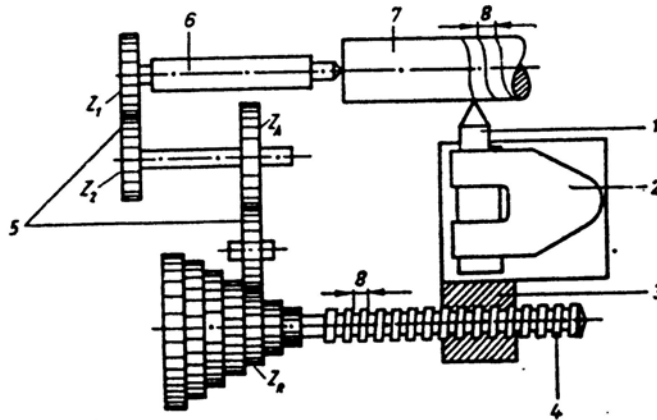
يتم حساب الزاوية عبر القانون التالي

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= D - d / 2 L \\ &= 37 - 30 / 2 \times 40 = 7 / 80 = 0.0875 \\ \alpha &= 5^\circ \end{aligned}$$

(٣١) احسب مسافة إزاحة ذنبه الغراب المتحرك لخراطة السلسلة التي طولها ٢٥٠ و زاويتها ٥°

$$AC = 250 \cdot \sin 5^\circ = 250 \cdot 0.0871 = 21.775 \text{ mm}$$

(٣٢) ارسم تركيبية خراطة لولب على المخرطة



تركيبية خراطة اللولب

(٣٣) احسب قدرة الموتور الكهربائي المطلوب توفرها بالمخرطة لخراطة شغلة بالمعطيات التالية:

- عمق القطع = ٤ مم
- قطر الشغلة = ٦٠ مم
- سرعة القطع = ٢٥ م / دقيقة
- سرعة التغذية = ٠,٤ ملم / دورة

- مادة الشغلة هي زهر رمادي ٢٠ - مادة الأداة هي صلب سريع القطع $\eta = 0.8$

$$F = b \cdot h \cdot k_s = d \cdot f \cdot K_s$$

$$b = d = 2 \text{ mm}, h = f = 0.4 \text{ mm}$$

$$K_s = k_{s.1.1} / h^n, n = 0.25, k_{x.1.1} = 1160 \text{ N / mm}^2$$

$$K_s = 1160 / 0.4^{0.25} = 1458.6 \text{ N / mm}^2$$

$$F = 2\text{mm} \cdot 0.4\text{mm} \cdot 1458.6 \text{ N / mm}^2 = 1166.9 \text{ N}$$

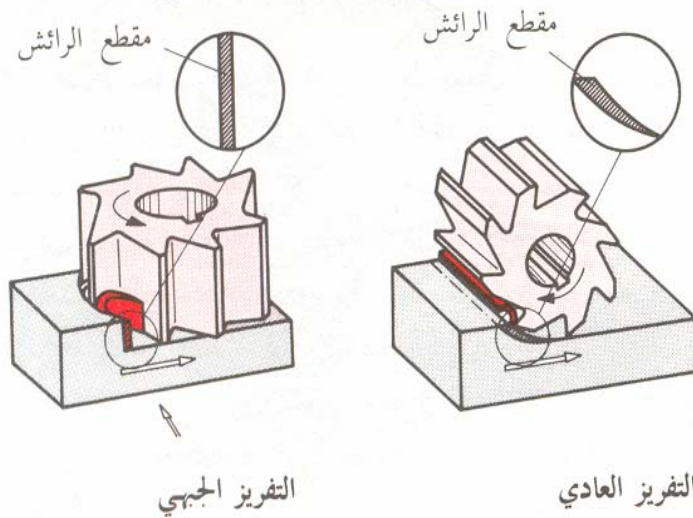
$$P = F \cdot V / 6120 = 1166.9 \cdot 25 / 6120 = 4.76 \text{ kW}$$

$$P_{\text{motor}} = P / \eta = 4.76 / 0.8 = 5.95 \text{ kW}$$

حلول التدريبات النظرية للفصل السابع في الوحدة الثانية :

(١) اشرح عملية التفريز.

في التفريز تؤدي الشغلة ، المثبتة على المنضدة أو في الملزمة ، حركة تغذية مستقيمة ، وتؤدي الأداة (سكينة التفريز) ، والمثبتة في مقدمة عمود الإدارة ، حركة القطع الدائرية . يكون محور السكينة موازيا لسطح الشغلة في حالة التفريز المحيطي (Prepherial milling) ومتعامدا معه في حالة التفريز الواجهي (Face milling). الشكل (١،٧) يوضح طريقة التفريز لتشغيل المعادن.



انواع التفريز

(٢) ما هي أنواع التفريز؟

- تفريز محيطي لأعلى وأسفل
- تفريز واجهي

(٣) ما هي استخدامات التفريز؟

يستخدم التفريز في الحصول علي:

- أسطح مستوية
- مجاري متنوعة
- لوابب كبيرة
- تروس
- تجاويف داخلية للقوالب
- أسطح منحنية

(٤) اختر الإجابة الصحيحة

أ) تستخدم آلة التفريز العامة عندما :

- تتنوع الشغلالات - تتنوع شغلة بأعداد كبيرة - تتنوع شغلة كبيرة الحجم

ب) آلة التفريز الإنتاجية تمتاز بـ :

- مجال كبير من سرعات القطع - مجال كبير من سرعات القطع والتغذية - مجال سرعات محدود

ج) يتم حفر القوالب المعدنية باستخدام :

- الكشط - النشر - الثقب - التفريز

د) تستخدم آلة التفريز متعددة الرؤوس عندما :

- يطلب إنتاج عدد كبير من الشغلالات - عندما يتعدد القطع بشغلة واحدة - يطلب إنتاج شغلة يتعدد فيها القطع ومطلوبة بأعداد كبيرة.

(٥) ما هي مكونات آلة التفريز؟

- الهيكل - الركبة - السرج - المنضدة -
تروس عمود الإدارة -
عمود الإدارة - مجموعة التبريد والتزليق - تروس الركبة والسرج والمنضدة

(٦) ما هي أسباب تنوع سكاكين التفريز؟

توجد أنواع عديدة من سكاكين التفريز وذلك بسبب تعدد استخدامات التفريز. وتختلف سكاكين التفريز تبعاً :

- لموضع أسنانها هل هي على المحيط أم على الواجهة
- لقطر السكينة فبعضها صغير جداً وأخرى كبيرة لتتناسب مع أسطح الشغلالات

- لعدد الأسنان فهو كبير عند تفريز المعادن الصلدة وصغير للطرية
- لأشكالها حتى يمكن إنتاج مجاري ، تروس ، لولب ، أسطح مستوية
- لشكل مجاري الرايش فهي إما مستقيمة ، أو منحنية ، أو حلزونية

(٧) أجب بصواب أو خطأ:

- تحتاج الآلة الخاصة أن تتوفر خبرة كبيرة لدى العامل المشغل لها. (خطأ)
- آلة التفريز العامة تمتاز بإنتاجية كبيرة. (خطأ)
- يمكن استخدام سكينه التفريز في آلة أفقية وفي آلة رأسية. (خطأ)
- تختلف زوايا الأداة في سكينه التفريز عنها في قلم الخراطة (خطأ)
- يختلف تركيب سكينه التفريز عن تركيب قلم الخراطة (خطأ)

(٨) كيف يتم تحديد سرعة تغذية المنضدة في التفريز؟

$$f_t = f_z \cdot Z \cdot n$$

حيث:

- n هي سرعة دوران عمود الإدارة والتي تحسب كما سبق ذكره في الخراطة مع التعويض بقطر السكينه وليس بقطر الشغلة.
- Z عدد أسنان السكينه أو بتعبير آخر عدد الحدود بأداة القطع.
- f_z سرعة التغذية بالنسبة للسِّن الواحد. (تؤخذ من الجداول)
- f_t سرعة تغذية منضدة آلة التفريز بال مم

(٩) وضح علاقة سرعة التغذية وصلابة معدن الشغلة؟

كلما ازدادت صلابة معدن الشغلة قلت سرعة التغذية المختارة.

(١٠) ما هي علاقة سرعة القطع ومقاومة المعدن للشد؟

كلما زادت مقاومة المعدن للشد تختار سرعة قطع أقل.

(١١) علل إمكانية استخدام سرعات تغذية وقطع أكبر عند استخدام الكريبيد مقارنة بالصلب سريع القطع.

نتيجة لاحتفاظ حدود القطع الكريبيدية بصلادتها في درجات الحرارة العالية يمكن استخدام سرعات قطع وتغذية أكبر.

(١٢) وضع كيفية حساب زمن القطع في التفريز.

يتم حساب زمن القطع عبر قسمة المسافة التي تتحركها الأداة (المنضدة) بسرعة التغذية على السرعة التي تتحرك بها.

تحدد مسافة التحرك كما في الخراطة عبر جمع مسافة ما قبل التلامس مع الشغلة مع طول الشغلة و المسافة التي تضمن خروج السكينة من منطقة القطع.

$$L = l_b + l_{wp} + l_a \quad [mm]$$

(١٣) ما هما الاختلافان الأساسيان في حساب قوة القطع في التفريز مقارنة بالخراطة؟
الاختلافان هما :

- عدم ثبات سمك الرأش
- تعدد حدود القطع في التفريز ومشاركة بعضها فقط في القطع.

(١٤) ما هي أنواع التفريز المحيطي.

- التفريز لأعلى
- التفريز لأسفل

(١٥) وضع ما يمتاز به كل نوع من أنواع التفريز المحيطي؟

التفريز لأعلى يمكن من تشغيل الأسطح الخشنة ويعطي سطحا ناعما ولكن عمر الأداة به قليل لكبر الاحتكاك مع الشغلة.

التفريز لأسفل يمتاز بعمر الأداة الطويل بسبب قلة الاحتكاك ولذا يمكن القطع بسرعات قطع وتغذية عاليتين.

(١٦) وضح كيفية تحديد عدد الأسنان المشاركة في القطع.

$$Z_{ie} = Z \cdot \varphi_s / 360$$

$$\cos \varphi_s = 1 - 2d / D$$

حيث :

Z_{ie} عدد الأسنان المشاركة في القطع

Z عدد حدود القطع بالسكينة

φ_s زاوية قوس القطع

d عمق القطع

D قطر سكينة التفريز

$$H_m = (114.6 / \varphi_s) \cdot f_z \cdot (d / D)$$

حيث :

h_m متوسط سمك الرأش

φ_s زاوية قوس القطع

d عمق القطع

D قطر سكينة التفريز

f_z سرعة التغذية بالنسبة للسن

(١٨) وضح مزايا التفريز الواجهي.

- تقل به الاهتزازات ولذا يوفر سطح ناعم للمشغولات
- تتوفر به رؤوس تفريز ذات أقطار كبيرة تمكن من تفريز أسطح كبيرة في مشوار واحد.

(١٩) لماذا يتفادى تطابق محور سكينة التفريز ومحور السطح المشغل؟

لتقليل قوة الاصطدام بين السكين والشغلة.

(٢٠) كيف يحسب مقدار بروز السكين؟

مقدار بروز السكينة u يحدد بالعلاقة التالية:

$$u = 0.05 \cdot d$$

d للمواد ذات الرايش الطويل d للمواد ذات الرايش القصير

(الصلب والألومنيوم) (الزهر وسبائك نحاس)

$$D = 1.66 \cdot b \quad d = 1.33 \cdot b$$

(٢١) كيف يحدد عدد الأسنان المشارك في القطع في التفريز الواجهي؟

$$\varphi_s = \varphi_2 - \varphi_1$$

$$\cos \varphi_1 = 2 B_1 / D$$

$$\cos \varphi_2 = 2 B_2 / D$$

$$Z_{ie} = Z \cdot \varphi_s / 360^\circ$$

حيث:

Z_{ie} هو عدد الأسنان المشاركة في القطع

Z هو عدد أسنان السكينة.

D هو قطر السكين

d هو عمق القطع

(٢٢) كيف يتم تحديد السمك المتوسط للرائش في التفريز الواجهي؟

يحسب متوسط سمك الرايش من العلاقة التالية:

$$h_m = (57.3 / \varphi_s) \cdot f_z \cdot \sin \chi (\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2)$$

$$\varphi_s = \varphi_2 - \varphi_1$$

$$\cos \varphi_1 = 2 B_1 / D$$

$$\cos \varphi_2 = 2 B_2 / D$$

$$Z_{ie} = Z \cdot \varphi_s / 360^\circ$$

حيث:

Z_{ie} هو عدد الأسنان المشاركة في القطع

Z هو عدد أسنان السكينة.

χ هي زاوية المقابلة

D هو قطر السكين

d هو عمق القطع

(٢٣) مطلوب انقاص ارتفاع قطعة من الصلب الطري الذي مقاومة شدة ٦٠٠ نيوتن / مم^٢ بمقدار ٤

ملم باستخدام سكينة حدود قطعها من الكريبد ، عدد أسنانها ١٢ سن وقطرها ٧٥ ملم .

عرض الشغلة ٤٥ ملم وطولها ١٠٥ ملم.

مطلوب تحديد قدرة الماطور الكهربائي عندما معامل استغلال القدرة ٠,٧٥ وكذلك حساب زمن

القطع بافتراض أن مسافة التحرك قبل وبعد السطح المشغول تبلغ ٨ ملم.

بمعرفة نوع التفريز، مادة الأداة، مادة الشغلة وعمق القطع d ، يمكن من الجداول تحديد:

$$S_z \text{ (التغذية / سن) } = ٠,١ \text{ ملم / سن.}$$

$$V \text{ (سرعة القطع) } = ٢٥ \text{ م / دقيقة.}$$

$$Z = ٠,٢٦$$

$$K_{s.1.1} = ١٩٩٠ \text{ نيوتن / مم}^٢$$

$$P_c = F_{total} \cdot V / 102 \cdot 60 \quad [\text{kW}]$$

$$F_{total} = F_c \cdot Z_{ie}$$

$$Z_{ie} = Z \cdot \varphi_s / 360^\circ$$

$$\cos \varphi_s = 1 - 2 d / D$$

$$= 1 - 2 \times 4 / 75$$

$$= 1 - 8 / 75$$

$$= 75 - 8 / 75$$

$$= 67 / 75$$

$$= 0.89$$

$$\varphi_s = 27^\circ 40' = 27.66^\circ$$

$$z_{ie} = (12 \cdot 27.66) / 360 = 0.922$$

$$F_c = b \cdot h_m \cdot k_s$$

$$h_m = (114.6 / 27.66) \cdot 0.1 \cdot (4 / 75) = 0.022 \text{ mm}$$

$$k_s = k_s \cdot 1.1 / h^z = 1990 / 0.022^{0.26} = 536.2 \text{ kp} \cdot \text{mm}^2$$

$$F_c = 45 \cdot 0.022 \cdot 536.2 = 530.9 \text{ kp}$$

$$F_{\text{total}} = 530.9 \cdot 0.922 = 489.5 \text{ kp}$$

$$P_c = 489.5 \cdot 25 / 6120 = 1.9 \text{ kW}$$

زمن القطع = المسافة الكلية / سرعة تغذية المنضدة

$$f_z \cdot z \cdot n = f_t \text{ سرعة التغذية للمنضدة}$$

$$n = 1000 \cdot V / 3.14 \cdot D$$

$$= 1000 \cdot 25 / 3.14 \cdot 75 = 106.2 \text{ r p m}$$

$$f_t = 0.1 \cdot 12 \cdot 106.2 = 127.44 \text{ mm / min}$$

زمن القطع = المسافة الكلية / سرعة التغذية

$$٠,٩٥٥ \text{ دقيقة} = ١٢٧,٤٤ / ١٢٣ = ١٢٧,٤٤ / (٨ + ٨ + ١٠٥) =$$

(٢٤) وضع تركيب جهاز التقسيم .

يتركب جهاز التقسيم من قرص مثقب متصل به ذراع لإدارته وخابور ومقص لتحديد جزء من دورة.

يتصل القرص المثقب بدودة معشقة في عجلة. العجلة تتصل بظرف لتثبيت الشغلة.

(٢٥) اشرح نظرية عمل جهاز التقسيم.

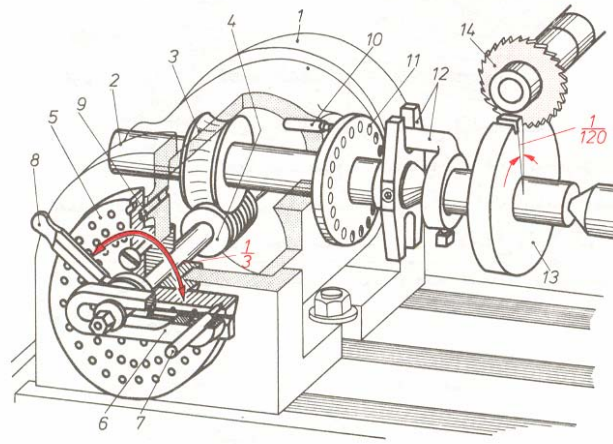
فكرة عمل جهاز التقسيم هي: عندما تدور الدودة (٤) المتصلة بالقرص المثقب (٥) دورة، تدور

العجلة (٣) المثبتة على العمود (٢) دورة واحدة كاملة. بالتالي تدور الشغلة (١٣) المثبتة في مقدمة

العمود كذلك دورة واحدة كاملة لإدارة القرص جزءا من دورة، يستخدم الخابور (٧) والمقص (٦)

(٨) ودوائر الثقوب المختلفة المتواجدة على القرص. توجد أقراص ذات دوائر ثقوب (١٥) - ١٦ -

١٧- ١٨- ١٩- ٢٠) و (٢١- ٢٣- ٢٧- ٢٩- ٣١- ٣٣) و (٣٧- ٣٩- ٤١- ٤٣- ٤٧- ٤٩). إذن لإدارة الشغلة جزء من دورة كاملة (يساوي المسافة من فراغ سن إلى الفراغ الذي يليه)، يجب أن نحدد هذا الجزء عبر قسمة ٤٠ على عدد الفراغات (الأسنان المطلوبة). يتم ضبط مسافة دوران القرص وتشغل الآلة ثم يتم التوقف وإدارة القرص للمسافة نفسها ثم تكرار القطع. القرص (١١) والإصبع (١٠) يستخدمان عند القطع المتكرر البسيط. مساعد الإدارة (١٢) مهمته ضمان دوران الشغلة لأنها مثبتة بين ذنبتين.



(٢٦) مطلوب إنتاج ترس عدل عدد أسنانه ٢٤ سن. حدد كيف يضبط جهاز التقسيم.

$$٤٠ / ٢٤ = ٢ (٣ / ٢)$$

أي دورتين كاملتين و المسافة الواقعة بين ١١ ثقب على دائرة ثقوب بها ١٥ ثقب.

(٢٧) لماذا يستخدم جهاز التقسيم التفاضلي؟ وما هي فكرة عمله؟

- يستخدم عندما لا يمكن الحصول على جزء من دورة في أقراص جهاز التقسيم البسيط. فكرة عمله تتلخص في توصيل مجموعة تروس إضافية بجهاز التقسيم البسيط ، تمكن من تحقيق جزء الدورة المطلوب.

حلول التدريبات النظرية للفصل الثامن :

(١) وضح أهمية التجليخ.

تتبع أهمية التجليخ في أنه يمكن من الحصول على نعومة سطح عالية وكذلك من تحقيق دقة أبعاد كبيرة للشغلات. أيضا التجليخ هو الوسيلة الوحيدة الممكن استخدامها في تشغيل بعض المعادن عالية الصلادة مثل الزهر الأبيض.

(٢) عرف عملية التجليخ.

تجليخ الأسطح هي عملية تشغيل يستخدم فيها عمق قطع صغير جدا (٠,٠٢ - ٠,٠٣ مم) ، سرعة قطع عالية (تقوم بها الأداة) وسرعة تغذية بطيئة (٠,٠٢ - ٠,١٢ ملم \ دورة ، تقوم بها الشغلة) لضمان الحصول على نعومة سطح عالية ولتحقيق دقة أبعاد عالية. في تجليخ الأسطح المستوية ، يدور حجر التجليخ بسرعة عالية لينفذ حركة القطع وتتحرك الشغلة حركة مستقيمة بطيئة لتنفيذ حركة التغذية الضرورية.

(٣) ما هي أنواع التجليخ؟

يوجد أنواع عدة من التجليخ هي:

- التجليخ السطحي ويشبه عملية التفريز
- التجليخ الأسطواني ويشبه عملية الخراطة
- التجليخ الداخلي ويشبه عملية الثقب.

توجد مستويات عدة من النعومة التي يمكن الحصول عليها عبر التجليخ ، ولذا يصنف التجليخ بالتجليخ الناعم ، جدا.

(٤) ما هي استخدامات التجليخ؟

يستخدم التجليخ في:

- الحصول على نعومة سطح عالية
- الحصول على دقة أبعاد كبيرة
- قطع الكتل الأولية
- تشذيب الثقوب ودرز اللحام وآثار القطع بالغاز.

- إعادة شحذ أدوات القطع.
- تشغيل المواد عالية الصلادة.

(٥) ما هي الأشياء التي تميز آلة تجليخ أسطح مستوية عن آلة تفريز؟

يميز آلة التجليخ عن آلة تفريز ما يلي:

- إمكانية الحصول على سرعات قطع عالية وسرعات تغذية صغيرة
- تثبيت الشغلات يمكن أن يتم بواسطة منضدة مغناطيسية وذلك بسبب صغر قوي القطع.
- وجود شفاط لسحب الغبار الناتج عن عملية التشغيل
- وجود واقي للحجر.

(٦) ما هي المكونات التي يصنع منها حجر تجليخ؟

يصنع حجر التجليخ من حبيبات حاكّة مثل كربيد السيلكون أو الألومينا ومادة رابطة للحبيبات مثل الشيلاك، المطاط والروابط الخزفية.

(٧) ما أسباب تنوع أحجار التجليخ؟

توجد أنواع مختلفة من الأحجار تبعاً للشكل الهندسي، وحجم ونوع الحبيبات، ونوع المادة الرابطة، وكثافة الحبيبات. ويهدف تنوع أحجار التجليخ إلى ضمان ملائمة تنوع مادة الشغلة، اختلاف أشكال الشغلات، تعدد مواضع القطع وتنوع مدى نعومة السطح المطلوبة.

(٨) اكتب رمزا لحجر تجليخ ووضح معاني مكونات الرمز.

46 k 5 v

- الحرف الأول (A) يبين نوع مادة الحبيبات (A ألومينا و C تعني كربيد سيليكون).
- الرقم (٤٦) يوضح حجم الحبيبات (٨ - ٢٤ خشنة، ٣٠ - ٦٠ متوسطة، ٨٠ - ١٨٠ ناعمة، ٢٠٠ - ٦٠٠ ناعمة جداً).

- الحرف (k) يحدد درجة الحجر (A - D طري جدا ، E - T طري ، U - Y صلد ، Z صلد جدا).
- الرقم (٥) يعطي معلومة عن كثافة الحجر (١ - ٨ كثيف ، ٩ - ١٥ قليل الكثافة).
- الحرف الأخير (v) يوضح نوع المادة الرابطة.

(٩) اذكر خمسة من ضوابط اختيار حجر تجليخ.

- حجر برابطة ضعيفة لتجليخ مادة صلبة لأن الحبيبات تتجدد بسهولة انفصالها.
- حجر برابطة قوية لتجليخ مادة طرية مما يضمن عمرا أطول للحجر.
- حبيبات صغيرة الحجم للحصول على نعومة عالية
- حبيبات كربيد السيلكون لتجليخ مواد مقاومة شدها قليلة
- حبيبات الألومينا لتجليخ مواد مقاومة شدها ومتانتها عالية

(١٠) علل استخدام حجر صلد لتجليخ مادة طرية.

لأن المادة الطرية سهلة القطع ، لذا فإنه لا يحتاج لتجدد الحبيبات عبر انفصالها عن الحجر.

(١١) علل استخدام عامل قليل الخبرة لحجر صلد.

لأنه لو استخدم حجر طري فسوف يتسبب في سرعة تآكله مما يرفع من تكلفة التشغيل.

(١٢) وضع كيفية حساب زمن القطع عند تجليخ الأسطح المستوية.

يتم حساب زمن القطع عبر قسمة المسافة التي تتحركها الأداة (المنضدة) بسرعة التغذية على السرعة التي تتحرك بها.

تحدد مسافة التحرك كما في الخراطة والتفريز عبر جمع مسافة ما قبل التلامس مع الشغلة مع طول الشغلة و المسافة التي تضمن خروج الحجر من منطقة القطع.

$$L = l_b + l_{wp} + l_a \quad [mm]$$

(١٣) اذكر ما يجب فحصه قبل البدء بعملية تجليخ.

- يجب فحص الآلة والتأكد من سلامتها.
- يجب معرفة سرعة القطع القصوى للحجر
- يجب فحص خلو الحجر من الشقوق
- التأكد من اتزان الحجر
- التأكد من عدم إمكانية اصطدام الحجر بجزء من الشغلة أو المثبت.

(١٤) اذكر خمسة من ضوابط السلامة عند التجليخ.

- a. معرفة السرعة القصوى المسموح بها (دورة \ دقيقة) للحجر الذي تم تركيبه.
- b. حالة حجر التجليخ والتوصيلات (القابولات) الكهربائية.
- ٣) تأكد من أن الملزمة مثبتة بقوة كافية على المنضدة والمنضدة المغناطيسية ممسكة بالشغلة بقوة.
- ٤) تأكد من وجود حرية لحركة الحجر رغم وجود الشغلة و من أن المصدات مضبوطة على نحو صحيح.
- ٥) احفظ يديك بعيدا عن الحجر الدائر وعن الشغلة المتحركة.
- ٦) لا تمرر إصبعك على سطح الشغلة أو أن تزيل الرايش عندما تعمل الآلة.

المصطلحات GLOSSARY

إنجليزي	عربي
Abrasive	مادة حاكّة
Alignment	محاذاة
Arbor	شياق
Arm bracket	ذراع الكتيفة
Automatic	أوتوماتيك
Backlash	فوت
Basic hole system	نظام أساس الثقب
Basic shaft system	نظام أساس العمود
Bearing	كرسي دوران _ كرسي تحميل
Bed	فرش
Belt	سير
Flat	سير مسطح
V	سير سبعي
Blind hole	ثقب سدود
Block	زهرة
V	زهرة سبعية
Bluntness	تثلم
Borax	بوراكس ، بوراق
Boring	تجويف
..... bar	عمود تجويف
Counter	تخویش أسطوانی
..... Tool	عدة تجويف
Burring	تشذيب الزوائد
Carbide	كربيد

انجليزي	عربي
Cemented	كربيد سمنت
Silicon	كربيد السيلكون
..... tipped tool	قلم بلقمة كربيدية
carriage	عربة
Cement	أسمنت ، مادة لاصقة
Centre	مركز ، ذنب
..... mark	علامة المركز
..... punch	ذنب تعليم المركز
centering	مركزة
..... tool	عدة مركزة
chain	سلسلة
chamfer	شطف
Change gears	تروس تغيير
Chart	خريطة
chatter	اصطكاك
Chip	رايش
..... breaker	مقطع الرايش
clamping	ربط
..... bolts	مسامير ربط
Clasp nut	صامولة نشابة
Clay	طفل
Clearance angle	زاوية الخلوص
Closers	جلب وسيطة
clutch	قابض
Concentricity	تمركز
Coolant	مبرد

إنجليزي	عربي
cooling	تبريد
Corundum	كورونندوم
Counter borer	مخوش أسطواني
Counter boring	تخویش مخروطي
Cutting	قطع
..... Angle	زاوية القطع
..... Edge	الحد القاطع
Dry	قطع جاف (بدون مبرد)
..... force	قوة القطع
..... tool	عدة القطع ، العدة
Wet	قطع مبلل (مبرد)
Cylindrical grinder	جلاخة أسطوانات
Dial gauge	محدد قياس بقرص مدرج
Dividing head	رأس تقسيم
Dovetailed groove	حز غنفاري
Down milling	التفريز لأسفل
Draw –in- bolt	مسمار سحب
dressing	تسوية
Drill	مثقاب ، مثقب
Bench	مثقاب تزجة
Centre	مثقب مركزة
Gang	مثقاب جماعي
Hand	مثقاب يدوي
Radial	مثقاب دف
Twist	مثقاب ملتوي
Upright	مثقاب قائم

إنجليزي	عربي
drilling	ثقب
..... spindle	عمود الثقب
Spot	ثقب مبدئي
..... machine	مثقاب ، مكنة ثقب
Drive	مصدر التدوير
eccentric	لا مركزي
..... lathe	مخرطة لا مركزية
..... turning	خراطة لا مركزية
Electrolytic copper	نحاس الكتروليتي
End face	طرف
End milling	التفريز بسكينة طرفية
..... cutter	سكينة تفريز طرفية
Engagement	تعشيق
Erection	تركيب
Face plate	صينية
Facing	خراطة جانبية
Feather key	خابور غاطس
Feed	تغذية
..... gears	تروس التغذية
..... box	صندوق التغذية
Felspar	الفلسبار
Fine-pitch thread	لولب ناعم
Finishing	تشطيب
..... tool	عدة تشطيب
Fit	إزدواج
Class of	طبقة الازدواج

إنجليزي	عربي
Clearance	إزدواج خلوص
Grade of	رتبة الإزدواج
Interference	إزدواج تداخل
Transition	إزدواج إنتقالي
System of	نظام إزدواج
Flank	فخذ القلم
Floating reamer	برغل عائم
Floating sleeve	جلبة عائمة
Flute	قناة ملتوية
flux	مساعد تلاحم
forming	تشكيل
gear	ترس
Bevel	ترس مخروطي
Worm	تروس دودي
<<Go >> gouge	محدد قياس سماحي
grease	شحمة
grinding	تجليخ
Cylindrical	تجليخ أسطوانات
External	تجليخ خارجي
Internal	تجليخ داخلي
..... machine	جلاخة ، مكنة تجليخ
Surface	تجليخ سطوح
..... Wheel	حجر الجليخ
Guiding way	سطح دليلي
Hardness	صلادة
Headstock	الغراب الثابت

إنجليزي	عربي
High speed steel	صلب سريع القطع
Hob	سكينة قطع تروس
Honing	صقل
Horizontal milling machine	فريزة أفقية
Indexing	تقسيم
..... crank	ذراع تقسيم
..... pin	تيلة تقسيم
..... plate	قرص تقسيم
..... Fixture	رباط تقسيم
ISA	الإتحاد الدولي لجمعيات التوحيد القياسي
ISO	المنظمة الدولية للتوحيد القياسي
Jig boring machine	مكنة تشغيل مرشحات
Knurling	تخريش (ترتر)
Lead screw	عمود اللولب
Leading cutting edge	حد القطع الأمامي
Lever	ذراع
Control	ذراع تحكم
Hand	ذراع يدوي
Locking	ذراع إحكام
Limit gauge	محدد قياس الحدود
Lip angle	زاوية الشفة
Longitudinal	خراطة طولية
Lubricant	مزلق
Lubrication	تزييق
Machine	مكنة
..... tool	مكنة تشغيل

إنجليزي	عربي
Magnesite	مغنيسيت
Maintenance	صيانة
Major diameter	القطر الأكبر
Margin	هامش
Marking	تخطيط (شنكرة)
Mesh	شبيكة
Meshing	متعاشق
Metal cutting	قطع المعادن
Milling	تفريز
..... Cutter	سكينة تفريز
Minor diameter	القطر الأصغر
Muffle furnace	فرن محجب
neck	إختناق
Nominal size	مقاس اسمي
Nose	مقدمة
..... angle	زاوية المقدمة
<<NOT GO>>gauge(also<<NO GO>> gauge)	محدد قياس لا سماحي
Paraffin	برافين
Pilot	دليل
Pitch	خطوة
..... diameter	قطر الخطوة
Plain tool steel	صلب عدة كربوني
Planning	كشط
..... machine	مكشطة عربية
Plug gauge	محدد قياس سدادي
pneumatic	نيوماتي

إنجليزي	عربي
Point angle	زاوية الذنب
Power train	ترتيبة نقل الحركة
Radial drill	مثقاب الدف
Rake angle	زاوية الجرف
Reaming	برغلة
Resin	زاتينج
Rest	مسند
Return stroke	مشوار الرجوع
Rigid	جساءة (كزاة)
rough	إستقرابي
Roughing	إستقراب
Scraper	عدة كشط يدوية
Screw	مسمار ملولب
Scriber	شوكة تخطيط (شوكة شنكرة)
Self – centering	ذاتي التمرکز
Setting – up	إعداد
Shaft	عمود
Shank	نصاب
Cylindrical	نصاب أسطواناني (عدل)
Tapered	نصاب مسلوب
shaping	كشط
..... machine	مكشطة نطاحة
sharpening	سن
Shell end mill	سكينة تفريز طرفية مجوفة
shellac	لك ، شيلاك
Side angle	زاوية المقابلة

إنجليزي	عربي
Side angle	زاوية الجرف الجانبي
Sintering	تلبيد
Size	مقاس
Nominal	المقاس الأسمى
Basic	المقاس الأساسي
Slotting	كشط رأسي
Snap gauge	محدد قياس إطباق
spacer	قطع مباعدة
Spanner	مفتاح دوارة
Spindle	عمود دوران
Spirit	محلول الكحول
Split nut	صامولة مشقوقة
Stepped pulley	طارة مدرجة
Stop	مصد
Straight turning	خراطة طولية (مستقيمة)
Switch	مفتاح كهربائي
Swiveling arm	ذراع متأرجح
Table	صينية
Tailstock	الغراب المتحرك
Tap	ذكر لولبة
tapping	لولبة داخلية
Template	ضبعة
Testing	اختبار
Thread	لولب
Metric	لولب متري
Whitworth	لولب (ويثورت)
Threading	لولبة خارجية

إنجليزي	عربي
..... die	لقمة لولبة
Three – jaw chuck	ظرف ذو ثلاثة فكوك
Through hole	ثقب نافذ
Tolerance	تجاوز
..... Zone	منطقة التجاوز
Disposition	موضع منطقة التجاوز
Grade of	رتبة التجاوز
Tool	عدة ، عدة قطع
..... holder	مربطة العدة
..... - life	عمر الحد القاطع
..... Post	صندوق القلم (بالمخرطة)
Trailing cutting edge	حد القطع الخلفي
Truing	ضبط أبعاد حجر الجلب
T – slot	مشقبيه على شكل T
Turning	خراطة
..... tool	قلم خراطة
Turpentine	زيت الترينتينا
Twist drill	مثقب ملتوي
V – block	زهرة سبعية
Vertical milling machine	فريزة رأسية
Vice	منجلة
Wedge	اسفين
..... angle	زاوية الآلة
Worm	ترس دودي
..... wheel	عجلة ترس دودي

المراجع

المراجع العربية:

- (١) تكنولوجيا الإنتاج وأعمال الورش - الجزء الأول والثاني والثالث طبعة ١٩٩٠ ، تشابمان - ترجمة أ.د. لطفي عبد اللطيف و أ.م. د عبد الرحمن موسي -القاهرة
- (٢) عمليات قطع المعادن ، رودلف جينيسكي، ترجمة محمد الجزار، مؤسسة الاهرام
- (٣) فن الخراطة، 1981 ، الطبعة الثالثة ، بروشتين و ديمينتيف ، دار مير، موسكو.
- (٤) فن التفريز ، ١٩٨٥ ، فيدور بارياشوف ، دار مير، موسكو.
- (٥) تكنولوجيا ميكانيكا الآلات " ، ١٩٧٧ ، هانز أبولد _ كورت فايلر - جورج جروند - ألفريد راينهارد - باول شميث ، أرنست كليت - شتوتغارت ، ألمانيا الاتحادية
- (٦) التكنولوجيا لمهن تشغيل المعادن ، هكلر آند كوخ ، ١٩٧٧ ، مؤسسة أيمو للطباعة ، ألمانيا
- (٧) التطورات الحديثة في تجليخ المعادن ، محمد أحمد زهران ، ١٩٧٨ ، ، الطبعة الرابعة ، مكتبة الأنجلو، القاهرة.
- (٨) فن البرادة والتركيبات الميكانيكية ، محمد أحمد زهران ، ١٩٧٧ ، ، الطبعة الثالثة ، مكتبة الأنجلو ، القاهرة.

المراجع الأجنبية

- 1) Tool and manufacturing engineers handbook” volume I , Machining, Thomas J. Drozda, Charles Wick, 1983, 4th edition, Society of manufacturing Engineers, USA.
- 2) Machining and metalworking handbook, Ronald A. Walsh, 1998, 2nd edition, McGraw – Hill, USA
- 3) Machining fundamentals, John R. Walker, 1989, forth edition, the Goodhreat – Willcox Company, USA
- 4) Introduction to Manufacturing Processes, John A. Schey, 1987, 2nd edition, McGraw – Hill, USA
- 5) Basic machining Reference Handbook, Arthur R. Meyers, 2001, 2nd Ed., Industrial press Inc.

المحتويات

الصفحة

مقدمة

تمهيد حقيبة تقنية التشغيل

١ الوحدة الأولى: أساسيات تشغيل المعادن

١ مقدمة الوحدة الأولى

٢ الجدارة والأهداف

٣ الفصل الأول: نظرية القطع

٣ ١ - تعريف تشغيل المعادن

٣ ١ - ٢ أنواع طرق التشغيل

٤ ١ - ٣ استخدامات تشغيل المعادن

٤ ١ - ٤ حركات القطع

٧ ١ - ٥ عملية القطع

٩ ١ - ٦ الحد القاطع الإضافي

١٠ ١ - ٧ الحرارة المتولدة

١١ ١ - ٨ التبريد والتزليق

١٥ تمارين

١٨ الفصل الثاني: ظروف القطع

١٨ ٢ - ١ مقدمة

١٨ ٢ - ٢ سرعة القطع

٢٠ ٢ - ٣ سرعة التغذية

٢٠ ٢ - ٤ عمق القطع

٢٥ تمارين

٢٦	الفصل الثالث: أدوات القطع
٢٦	٣ - ١ تركيب أداة القطع
٢٧	٣ - ٢ أنواع أدوات القطع
٢٩	٣ - ٣ زوايا أداة القطع
٣٠	٣ - ٤ رمز الأداة
٣١	٣ - ٥ الخصائص المطلوبة في أداة القطع
٣٨	٣ - ٦ تلف الأدوات
٣٩	٣ - ٧ عمر الأداة
٣٩	٣ - ٧ - ١ أمثلة
٤٣	تمارين
٤٥	الفصل الرابع: قوى القطع
٤٥	٤ - ١ مقدمة
٤٦	٤ - ٢ حساب قوة القطع
٤٨	٤ - ٣ حساب قدرة القطع
٤٨	٤ - ٤ مركبات قوة القطع
٥٠	٤ - ٥ العوامل المؤثرة على قوة القطع
٥١	تمارين
٥٢	الوحدة الثانية: عمليات التشغيل
٥٢	مقدمة الوحدة الثانية
٥٣	الجدارة والأهداف
٥٤	الفصل الخامس: الثقب
٥٤	٥ - ١ مقدمة
٥٥	٥ - ٢ الثقب
٥٦	٥ - ٢ - ١ أداة الثقب (المثقاب)
٥٩	٥ - ٣ توسيع الثقوب

٦١	٥ - ٤ تنعيم الثقوب
٦٣	٥ - ٥ لولبة الثقوب
٦٤	٥ - ٦ اختيار ظروف القطع في عمليات الثقب
٦٧	٥ - ٧ آلة الثقب
٧٠	٥ - ٨ حساب قوة القطع وقدرة القطع
٧٠	٥ - ٩ زمن القطع في الثقب
٧١	تمارين
٧٣	الفصل السادس: الخراطة
٧٣	٦ - ١ مقدمة
٧٤	٦ - ٢ أنواع عمليات الخراطة
٧٤	٦ - ٣ أنواع المخارط
٧٨	٦ - ٤ مكونات المخرطة
٨٠	٦ - ٥ أقلام الخراطة
٨١	٦ - ٦ المثبتات
٨٣	٦ - ٧ حساب الزمن الكلي
٨٤	٦ - ٨ تسلسل التحضير التكنولوجي في الخراطة
٨٥	٦ - ٩ شرح عمليات الخراطة
٨٥	٦ - ٩ - ١ الخراطة الطولية
٨٨	٦ - ٩ - ٢ خراطة السلية
٩١	٦ - ٩ - ٣ خراطة اللولب
٩٣	تمارين
٩٦	الفصل السابع: التفريز
٩٦	٧ - ١ مقدمة
٩٧	٧ - ٢ استخدامات التفريز
٩٧	٧ - ٣ آلات التفريز

١٠٠	٧ - ٤ سكاكين التفريز
١٠١	٧ - ٥ ظروف القطع في التفريز
١٠٣	٧ - ٦ حساب زمن القطع في التفريز
١٠٣	٧ - ٧ حساب قوة وقدرة القطع بالتفريز
١٠٤	٧ - ٧ - ١ التفريز المحيطي
١٠٥	٧ - ٧ - ٢ التفريز الواجهي
١٠٦	٧ - ٧ - ٢ - ١ حساب قوة القطع
١٠٩	٧ - ٨ تفريز ترس عدل
١١٢	تمارين

١١٤	الفصل الثامن: التجليخ
١١٤	٨ - ١ مقدمة
١١٤	٨ - ٢ استخدامات التجليخ
١١٧	٨ - ٣ آلات التجليخ
١٢٠	٨ - ٤ أحجار التجليخ
١٢٠	٨ - ٤ - ١ رمز الحجر
١٢١	٨ - ٤ - ٢ أشكال الأحجار
١٢١	٨ - ٥ اختيار الحجر
١٢٢	٨ - ٦ ظروف القطع في التجليخ
١٢٣	٨ - ٧ زمن القطع بالتجليخ
١٢٤	٨ - ٨ ضوابط السلامة في التجليخ
١٢٦	تمارين

١٢٧	نبذة مختصرة عن الـ CNC
١٢٧	مقدمة
١٢٨	نظرية التحكم الرقمي بالحاسب
١٢٨	برنامج التحكم الرقمي بالحاسب

١٢٩	معدات التحكم الرقمي بالحاسب
١٣٢	أجوبة الأسئلة والتمارين
١٣٢	حلول أسئلة الفصل الأول
١٣٩	حلول أسئلة الفصل الثاني
١٤٣	حلول أسئلة الفصل الثالث
١٤٨	حلول أسئلة الفصل الرابع
١٥١	حلول أسئلة الفصل الخامس
١٥٦	حلول أسئلة الفصل السادس
١٦٥	حلول أسئلة الفصل السابع
١٧٤	حلول أسئلة الفصل الثامن
١٧٨	المصطلحات
١٨٨	المراجع
	المحتويات

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم

المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة

GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS